

GEOMINAS

VOLUMEN 46, N° 77
DICIEMBRE 2018



NÚCLEO BOLÍVAR

ISSN: 0016-7975.

Depósito Legal: pp 196403BO252



Registrada en: EBSCO; Latindex: Folio 15333; Revencyt: RVG003;
Fonacit: Reg2006000013; Periódica; GeoRef Titles; ICSU Navigator database: UDC: 624.131.1, 549;552.08



Consejo editorial

José Herrero Noguero
Editor-Coordenador
Universidad de Oriente. Venezuela

Rubén N. Zambrana M.
Universidad Nacional Siglo XX. Bolivia

Fernando J. Martínez O.
Universidad de Chile. Chile

Ramón G. Pérez V.
Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio
Echeverría. Cuba

Williams Méndez
Universidad Técnica de Manabí. Ecuador

Jesús Ruíz Careaga
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México

Jean Pasquali
Universidad Central de Venezuela. Venezuela

Shalimar Monasterio
Universidad del Zulia. Venezuela

Marco T. Cardozo R.
Universidad Nacional Experimental de Guayana. Venezuela

Jesús Medina
Instituto Universitario Tecnológico del Estado Bolívar.
Venezuela

María Sindoni
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela

Ángel R. P. Paulo G. C.
Fundageominas. Venezuela

COMISIÓN DIRECTIVA

Francisco Monteverde, Rosario Rivadulla, Víctor González,
Javier Ramos, Dafni Echeverría, Pedro Gamboa

COMISIÓN ASESORA

Vicente Mendoza, Galo Yáñez, Guillermo Tinoco M., Manuel
Funes A., Pedro Elías Lezama P.

Fotografía
Joheno

Traducción
Pedro Gamboa

Diagramación y digitalización
Ángel R. P. Paulo G. C.

Portada
Diseño original por Lozaiga, desde 1964

Direcciones:
Boletín GEOMINAS. Escuela de Ciencias de la Tierra de la
Universidad de Oriente. Campo universitario La Sabanita. Ciudad
Bolívar. Edo Bolívar. Venezuela. <http://www.scribd.com/geominas> y
<http://issuu.com/geominas>

e-mails:
revistageominas@gmail.com, fundageominas@gmail.com y
fundag@cantv.net

PUBLICACIÓN ARBITRADA

Registrada en:
EBSCO
Latindex
Revencyt
Fonacit
PERIÓDICA
GeoRef Titles
ICSU Navigator database

ISSN: 016-7975
Depósito Legal: pp 196403BO252

Edición financiada por:



Fundación de Amigos y Egresados de la Escuela de Geología y Minas

El material contenido en esta revista puede ser reproducido sin autorización
alguna, siempre y cuando se mencione expresamente la fuente



El boletín **GEOMINAS** es una publicación
cuatrimestral de la Escuela de Ciencias de la Tierra
de la Universidad de Oriente, a través de la
Fundación de Egresados y Amigos de la Escuela de
Geominas de la Universidad de Oriente
(FUNDAGEOMINAS); es publicado desde 1964.

GEOMINAS se edita con la visión de promover y
estimular la investigación científica en las geociencias
y difundirla para contribuir con el conocimiento global.

GEOMINAS es una revista multidisciplinaria cuya
especialidad son las geociencias, siendo sus temas
prioritarios los geológicos, mineros, geotécnicos, de
recursos naturales, ordenación territorial, energía,
ecología y ambiente.

GEOMINAS publica artículos, ensayos, entrevistas y
comunicaciones originales, con primacía en las áreas
prioritarias de la revista.

El contenido de las publicaciones es de la entera
responsabilidad de sus autores, y de ninguna manera
del boletín, ni de FUNDAGEOMINAS, ni de la
Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de
Oriente.

Los autores han aceptado que sus aportes a
GEOMINAS no han sido publicados ni enviados a
otros órganos de difusión de cualquier tipo.

COMISIÓN DE ARBITRAJE

Raquel Alfaro Fernandois
(Universidad de Chile, Chile)

Pío Callejas
(Instituto de Cerámica y Vidrio, España)

Jesús Martínez Martínez
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

Joseph M. Mata Perello
(Universitat Politècnica de Catalunya, España)

Enrique Orche García
(Universidad de Vigo, España)

Juan Carlos Sánchez M.
(Panel Intergubernamental para el Cambio Climático,
Venezuela)

Franco Urbani
(Escuela de Geología, Universidad Central de
Venezuela)

Ángel Andara
(Universidad de Los Andes, Venezuela)

René Pravia López
(Universidad de Oriente, Venezuela)

Carlos Grús
(Universidad de Oriente, Venezuela)

Iván J. Maza
(Universidad de Oriente, Venezuela)

Julio Pérez
(Universidad de Oriente, Venezuela)

David Pérez H.
(Consultor independiente, Venezuela)

Alfonso Quaglia
(Inter-Rock, USA, LLC., Estados Unidos de América)

Miguel Ángel Rivas
(Consultor independiente, Venezuela)

Edixon Salazar
(Universidad de Oriente, Venezuela)

Horacio Vera M.
(Universidad de Oriente, Venezuela)

Hilmig Vilorio
(Universidad de Oriente, Venezuela)

CONTENIDO

TABLE OF CONTENTS

Volumen 46, N° 77, diciembre 2018

- 139 Sismología**
Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Primera parte: estimación de intensidades.
Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. First part: assignment of intensities.
Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Primeira parte: estimativa das intensidades.
Alejandra Leal G., Raquel Vázquez S., José A. Rodríguez, Franck Audemard M.
- 225** Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Segunda parte: cálculo de los parámetros de la fuente.
Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. Second part: calculation of source parameters.
Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Parte dois: cálculo dos parâmetros da fonte.
Raquel Vázquez S., Alejandra Leal G., José A. Rodríguez, Franck Audemard M.
- 155** El comportamiento socio ambiental como factor en la inversión de los proyectos mineros en la provincia de Lucanas y Sucre, región de Ayacucho, Perú.
Environmental partner behavior as a factor in the investment of mining projects at Lucanas and Sucre provinces, Ayacucho region, Peru.
O comportamento sócio-ambiental como um fator no investimento de projetos de mineração na província de Lucanas e Sucre, região de Ayacucho, Peru.
Jaime Alberto Huamán Montes
- 179** Calidad físico-química, bacteriológica y densidad de bacterias sulfato-reductoras en aguas residuales de plantas de tratamiento del estado Nueva Esparta.
Physico-chemical and bacteriological quality, and sulfate-reducing bacteria in wastewater of treatment plants at Nueva Esparta state.
Qualidade físico-química, bacteriológica e densidade de bactérias redutoras de sulfato em águas residuais de estações de tratamento no estado de Nueva Esparta.
P. J. López G., J. Rodríguez, W. Fermín, J. Y. López, L. Ávila, E. Martínez, J. Barreto
- 163** Geofísica
Modelado gravimétrico-magnético de la región Farriar-Morón, Venezuela.
Geophysical modeling of Farriar-Moron region at Yaracuy and Carabobo states, Venezuela.
Modelagem Gravimétrico-magnético da região Farriar-Moron, Venezuela.
Ignacio Mederos, Inirida Rodríguez
- 183** Botánica
Hipótesis de filogenia para la familia Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, con respecto a Abolbodaceae Nakai (1943). Utilizando el marcador RBCL y *Welwitschia mirabilis* como grupo externo.
Hypothesis of filogenia for the family Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, respect to Abolbodaceae Nakai (1943). Using RBCL marker and Welwitschia mirabilis as an external group.
Hipóteses de filogenia para família Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, sobre Abolbodaceae Nakai (1943). Usando o marcador mirabilis RBCL e Welwitschia como desviante.
Habib A. Tajan M.
- 189** Evaluación del efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad de la fibra de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).
Evaluation of the effect of two tillage systems on yield, its components and the quality of cotton fiber (Gossypium hirsutum L.).
Avaliação do efeito de dois sistemas de plantio direto sobre o rendimento, seus componentes e a qualidade da fibra do algodão (Gossypium hirsutum L.).
Aniceth Reina, Manuel Guzmán, Jesús Ávila M., María M. Anzalone
- 219** Uso de materia orgánica para formar sustratos en plantas de café (*Coffea arabica* L.) que mejoren su desarrollo en la fase de vivero 2. Ganancia de peso seco y variación en la composición química del sustrato, capacidad de almacenamiento de humedad.
Use of organic matter to form substrates in coffee plants (Coffea arabica L.) that improve their development in the nursery stage 2. Increased of dry weight and variation in the substrate chemical composition, moisture storage capacity.
Uso de matéria orgânica para formação de substratos em cafeeiros (Coffea arabica L.) que melhorem o seu desenvolvimento na fase de viveiro 2. Ganho de peso seco e variação na composição química do substrato, capacidade de armazenamento de umidade.
Dayana Arroyo, Pedro Salazar, Ronald Jiménez, Jesús Ávila M.
- 195** Concentración de minerales
Determinación del grado de recuperación metalúrgica de vanadio (V) contenidos en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar.
Determination of degree of metallurgical recovery of vanadium (V) contained in tailings sands produced in small gold mining, at Las Claritas sector, Sifontes municipality, Bolivar state.
Determinação do grau de recuperação metalúrgica de vanádio (V) contido nas areias de rejeitos produzidos na mineração artesanal de ouro, em sector Las Claritas, município de Sifontes, estado Bolívar.
Victor González, Yarulsi García, Gisela Silva
- 201** Análisis geotécnico para el control de erosión en la estación Loma Redonda, sistema teleférico de Mérida, Venezuela.
Geotechnical analysis for erosion control in Loma Redonda station, cable car system of Merida, Venezuela.
Análise Geotécnica para o controle da erosão na Loma Redonda, estação de sistema de teleférico de Mérida, Venezuela.
N. Quintanillo, J. Peña, N. Belandria, A. Lobo, F. Bongiorno
- 211** Geomorfología
Geomorfología de antiguos sistemas de humedales de la subcuenca alta de río Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: Estudio de caso.
Geomorphology of ancient wetland systems of upper sub-basin Chama river, San Rafael de Mucuchies, Merida - Venezuela: Case study.
Geomorfologia dos antigos sistemas de zonas húmidas na bacia da rio Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: estudo de caso.
J. E. Sánchez, O. Guerrero, K. Montilva, E. Mattie
- 239** Geología de superficie
Levantamiento geológico de superficie de la zona comprendida entre el sector La González y San Juan de Lagunillas, municipio Sucre, estado Mérida.
Geological survey of the zone comprised between La Gonzalez and San Juan de Lagunillas sector, located in Sucre's town, at Merida state.
Levantamento geológico da área entre o setor de La González e San Juan de Lagunillas, município de Sucre, estado de Mérida.
Diana Chourio, Andrea Vielma, Patxi Viscarret
- Panorámica ambiental**
194 7 ideas para reducir o consumo de plástico no dia a dia.
200 7 facts on the oil sands and the environment.
245 Más de 100 maneras para salvar el medio ambiente.
255 100 ways to personally help the environment.
257 8 fotos impactantes del cambio climático que te van a hacer reflexionar.
259 Mitigação do clima tem um aliado sem reconhecimento ou direitos territoriais: os povos indígenas dos países tropicais.

Situación crítica del agua en Venezuela

El 97 % de agua del mundo es salada, del resto solo 1 % es accesible. Uno de cada 5 habitantes no tiene acceso a ella. Apenas 13 % es la cantidad de agua disponible en ríos, lagos y otros cuerpos de agua. Se estima que para el año 2050, casi 4.400 millones de los 10.000 millones se verán afectados, con un déficit crónico de 40 %. Según la UNESCO el cambio climático será responsable de +/- 20 % del incremento de la escasez global de agua. Agua contaminada puede transmitir: diarreas, cólera, disentería, tifoidea y poliomielitis. Las diarreas, por agua contaminada, provocan más de 500.000 muertes al año. Caso de la esquistosomiasis (240 millones), enfermedad grave y crónica. Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente (OMS), afirmando que con menos de 20 litros por persona por día, es insano vivir.

Los artículos 83 y 84 de la Constitución de Venezuela y el artículo 25 de la Carta Universal de los Derechos Humanos consideran el acceso al agua como derecho fundamental. Unicef señala estar profundamente preocupado por las estadísticas sobre mortalidad materno infantil publicadas en Venezuela. Según el censo nacional e Hidroven, el servicio de agua potable no está disponible para entre 2.200.000 y 3.500.000 venezolanos. Según Business Insider, caso Venezuela, afirma que para el año 2025, no se podrían aprovechar sus recursos naturales (agua) sin grandes inversiones en infraestructura y una buena gestión gubernamental de las políticas públicas. La Ley orgánica para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, aprobada en 2001, está en mora en su pleno cumplimiento, en particular lograr la transferencia real de esta responsabilidad a las municipalidades, a través de las Unidades de Gestión y de un ente nacional regulador, formalizador de políticas, gestión de financiamiento por todas las inversiones sectoriales y de asistencia técnica. A nivel general, se plantea por el Banco Mundial, que es preciso que los sistemas de la asignación de los recursos necesarios posibiliten servicios sustentables y eficaces (www.worldbank.org/water y <http://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/wash-poverty.diagnostic>). El caso de Caracas, cuyo déficit puede caer en 40 %, planteándose la necesidad de obtener recursos humanos y monetarios internacionales. Para el territorio costero de Venezuela, según información del gobierno (MINEA, octubre 2017), se instalarán 116 plantas desalinizadoras con inversión del convenio China-Venezuela, en el estado Falcón 38 plantas, Vargas 9, Miranda 10, Anzoátegui 8, Sucre 16, Nueva Esparta 32 y territorio insular 3, beneficiando a más de 850 mil habitantes. El agua de mar bombeada a pozos pasará por un tratamiento de filtración por ósmosis inversa, luego se procede a su remineralización y cloración correspondiente para su envío a los hogares de cada entidad.

El tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional, recolectadas es relativamente muy baja (aproximadamente 27 %). Esta situación, en numerosos casos, afecta los embalses para el consumo de comunidades, tales como: La Mariposa y La Pereza (Caracas), Turimiquire (Oriente), Cumaripa (Yaracuy), Dos Cerritos (Lara), Calabozo (Guárico), El Isidro (Coro), Burro Negro (Zulia), Pao Cachinche y Canoabo (Carabobo). Los polos industriales, desarrollos urbanos y turísticos a orillas de cuerpos de agua, tales como la cuenca del lago de Valencia, el lago de Maracaibo, la cuenca baja de los ríos Orinoco y Caroní, costa de Golfo Triste, costas del estado Anzoátegui (Jose y terminal de Guaraguao), costas al norte de isla de Margarita, costa occidental de Paraguaná (Falcón), y cuenca del río Tuy, han afectado su entorno ambiental. Por otra parte, se ha resaltado que la infraestructura de los 18 mayores embalses de agua potable en el país requieren el remplazo de tuberías vencidas.

Varias ONG, entre ellas, VITLIS, UMDG, RED ARA, AGUA CLARA, han denunciado la baja calidad del agua para consumo humano en Guárico, Monagas, Portuguesa, Carabobo.

Otro problema es la falta de controles seguros para la eliminación de emisiones de bifenilos policlorados (PCB) de algunas empresas industriales del Zulia, Bolívar, Monagas, Anzoátegui y Sucre (PNUMA, MPPA e IFLA, 2010).

En particular en el estado Bolívar, es el empleo sin control ni previsiones del mercurio para amalgamar el oro, desde hace años, con gran profusión hoy día, en los centros de explotación del Arco Minero del Orinoco, que genera gran contaminación de los cuerpos de agua y operadores, además de propiciar el aumento y extender el área y miles de casos de paludismo en la región de Guayana. Otras fuentes de contaminación que presentan un riesgo potencial son los desechos tóxicos en fosas/lagunas con material producto de la reducción del aluminio a orillas del río Orinoco de la empresa CVG-Bauxilum; la disposición como basura común de los bombillos ahorradores, que contienen mercurio, sin control alguno. Otras lo constituyen en la gran mayoría de las ciudades más pobladas del país, los vertederos a cielo abierto, sin tratamiento, además de su quema comúnmente.

Finalmente, la compleja situación del agua en Venezuela amerita prioridades con soluciones variadas y continuas, entre otras muchas, ejercer mayores controles y supervisión, indicadores de gestión, descontaminación de cuencas, mejoramiento de los procedimientos de potabilización de aguas para consumo humano, y grandes inversiones y más y mejor mantenimiento de las infraestructuras existentes.



Impacto del Cambio Climático

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/escenarios-cambio-climatico>

Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Primera parte: estimación de intensidades

Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. First part: assignment of intensities

Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Primeira parte: estimativa das intensidades

Alejandra Leal Guzmán¹ Raquel Vázquez Stanescu² José Antonio Rodríguez³ Franck Audemard M.⁴

Recibido: 5-9-18; Aprobado: 23-10-18

Resumen	Abstract	Resumo
El 29 de octubre de 1900 se produjo un gran terremoto en territorio venezolano. Sus efectos se extendieron en la región centro-norte. Las poblaciones de Macuto, Guatire y Guarenas y los pueblos situados en la costa de Barlovento sufrieron graves daños: un gran número de sus casas y los templos fueron destruidos. Por otro lado, se registraron olas de tsunami y fenómenos de licuación, y grandes grietas y deslizamientos de tierra obstruyeron los caminos entre Caracas y La Guaira. Se propone intensidad máxima igual a IX para Macuto, Guatire y Guarenas. En el presente trabajo, se utiliza información documental inédita, para reevaluar la intensidad macrosísmica en cada una de las poblaciones afectadas, aplicando la Escala modificada Mercalli de 1956 (MM-1956) y presentando un nuevo mapa macrosísmico con 84 puntos de intensidad.	On October 29, 1900 a great earthquake hit in Venezuelan territory. Their effects extended on north central region. The towns of Macuto, Guatire and Guarenas and the villages located in the coast of Barlovento suffered heavy damages: a great number of their houses and the temples were destroyed. On the other hand, tsunami waves and licuation phenomena were noted, and large cracks and landslides that clogged roads between Caracas and La Guaira. We have proposed as maximum intensity equal to IX in Macuto, Guatire and Guarenas. In the present work, we use unpublished documentary information to reassessing the macroseismic intensity in each affected town, applying the 1956 Mercalli Modified Scale (MM-1956) and presenting a new macroseismic map with 84 intensity data points.	Em 29 de outubro de 1900, um grande terremoto ocorreu em território venezuelano. Seus efeitos estenderam-se na região centro-norte. As cidades de Macuto, Guatire e Guarenas e os povoados localizados na costa de Barlovento sofreram sérios danos: um grande número das casas e templos nessas localidades foram destruídos. Por outro lado, ondas de tsunami e fenômenos de liquefação foram registradas, grandes rachaduras e deslizamentos de terra obstruíram as estradas entre Caracas e La Guaira. Intensidade máxima igual a IX é proposta para Macuto, Guatire e Guarenas. No presente trabalho, utiliza-se informação documentada de forma inédita para reavaliar a intensidade macroseísmica em cada uma das cidades afetadas, aplicando a Escala Mercalli modificada de 1956 (MM-1956) e apresentando um novo mapa macroseísmico com 84 pontos de intensidade.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Historical seismology, intensidad macrosísmica, intensidades macroseísmicas, macroseismic intensity, sismologia histórica, sismología histórica, terremoto de 1900, 1900 earthquake.

¹ Antrop°. Dra. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Correo-e: aleal@funvisis.gob.ve

² Licd° Fis°, MSc. FUNVISIS. Correo-e: rvasquez@funvisis.gob.ve

³ Ing° Geó°. FUNVISIS. Correo-e: jrodriguez@funvisis.gob.ve

⁴ Ing° Geó°, Dr. FUNVISIS. Correo-e: faudemard@funvisis.gob.ve

Introducción

El terremoto del 29 de octubre de 1900 ocurrió aproximadamente a las 4:42 de la mañana (hora local venezolana). Este evento, el último gran sismo del siglo XIX, sacudió gran parte del territorio venezolano. Debido a la extensión de sus efectos, el sismo de 1900, ha despertado un comprensible interés entre los geocientistas y ha sido objeto de diversos estudios, cuyos resultados han sido contradictorios. Cabe destacar que a pesar de su importancia, este evento no había sido objeto de una investigación sistemática en fuentes primarias y, en consecuencia, gran parte de la información macrosísmica no se encontraba disponible. En tal sentido, la labor de investigación en archivos históricos y hemerotecas, permitió documentar detalladamente los efectos del sismo de 1900 y su distribución espacial para unas 83 poblaciones a lo largo de todo el territorio nacional. A partir de estos datos, hasta ahora inéditos, se proponen nuevos valores de intensidad para este importante evento.

El terremoto del 29 de octubre de 1900

El sismo de 1900 se reportó como sentido sin daños pero con la consiguiente alarma de los habitantes, en diversas poblaciones de los estados Bolívar, Cojedes, Falcón, Lara, Mérida, Portuguesa, Sucre, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Zulia. En los estados Anzoátegui, Aragua, Carabobo y Guárico se reportaron daños de leves a moderados, como grietas en los muros, desplomos y deterioros de los techos en los templos y en las casas. En la ciudad de Caracas, los templos, las casas e importantes edificios públicos resultaron dañados en diversos grados por el sismo. Las localidades más afectadas fueron aquellas ubicadas en los actuales estados Miranda y Vargas. Los mayores daños se concentraron en las poblaciones de Guarenas, Guatire y Macuto, en las cuales colapsaron varios edificios y se registraron las cifras más altas de víctimas. En tal sen-

tido, el saldo general del terremoto fue, aproximadamente, de 57 muertos y 264 heridos, pero probablemente sea mayor. Resulta imposible ofrecer cifras exactas debido a las imprecisiones en la información proveniente de las poblaciones más aisladas y aquellas que no contaban con telégrafo o que quedaron incomunicadas.

El sismo produjo un pánico social considerable que se renovaba al ritmo de las réplicas. En todas las poblaciones afectadas, los vecinos pasaron días e incluso semanas a la intemperie, durmiendo en sus propios patios o en campamentos improvisados establecidos en calles, plazas y estaciones de ferrocarril. Muchas personas se trasladaron a sus haciendas o se dirigieron hacia las poblaciones que habían resultado menos afectadas. Igualmente se multiplicaron las misas celebradas al aire libre debido al deterioro sufrido por los templos (Ahrensburg, 1901). Las consecuencias del sismo fueron atendidas a través de las juntas de socorro y las suscripciones públicas, organizaciones formadas por ciudadanos de reconocida solvencia moral y económica, que permitían reunir y distribuir fondos e insumos tales como alimentos, ropas, medicinas y enseres domésticos. Los efectos del terremoto de 1900 sobre las construcciones fueron muy diversos, desde las grietas de "pocas significación" y la caída de frisos y elementos no estructurales, pasando por las grietas extensas o "rajas" a todo lo largo del muro; los frecuentes reportes de techos hundidos, caídos, movidos o con las tejas desprendidas; las incontables paredes desplomadas o "abiertas", las fallas de los muros, hasta el colapso parcial o total de las construcciones. Asimismo, se identificaron los siguientes efectos en la naturaleza: olas tsunami, movimientos de remoción en masa, agrietamientos del terreno, *lateral spread*, licuación, subsidencia y anomalías hidrológico-geotérmicas.

Como el estudio de los fenómenos geológicos a través de regis-

tros históricos comporta ciertas dificultades de método y de diagnóstico, las interpretaciones que aquí se presentan se consideran preliminares. De los efectos referidos, tanto el tsunami (Audemard *et al.*, 2012; Audemard *et al.*, 2014 y Audemard y Leal, 2015) como los casos de licuación (Rodríguez *et al.*, 2006) han sido objeto de estudios específicos. En tal sentido, una tarea pendiente y actualmente en proceso, consiste en evaluar el terremoto de 1900, aplicando la Escala Medio-ambiental de Intensidad Sísmica ESI-2007 (Michetti *et al.*, 2010).

Metodología

La metodología correspondiente a la reevaluación de un terremoto histórico ha sido ampliamente descrita (e.g., Peraldo, 1983; Peraldo y Montero, 1999; Salcedo-Hurtado y Gómez-Capera, 2013). Para compilar la información necesaria respecto a las descripciones y a los efectos del terremoto, se hizo una revisión intensiva y sistemática de fuentes primarias, historiografía, catálogos sísmicos y estudios previos publicados sobre el terremoto del 29 de octubre de 1900. Posteriormente esta información ha sido sistematizada y validada, según su procedencia y pertinencia.

Sobre las fuentes

Cuando se estudian fenómenos naturales históricos, las fuentes primarias constituyen la base fundamental de la investigación (Peraldo, 1983). La expresión fuentes primarias se aplica a aquellos registros escritos que han sido producidos por testigos presenciales de un fenómeno, en una época cercana a la fecha de ocurrencia del evento (Lemmo, 1970). Por el contrario, las fuentes secundarias son referencias indirectas a un fenómeno determinado. En el caso de este estudio se califican como tales la historiografía, los catálogos sísmicos y las interpretaciones macrosísmicas previas que se han elaborado para este evento. La mayor cantidad de datos referidos a los efectos del sismo y su

distribución espacial proviene de fuentes primarias, específicamente de la prensa, que constituye una de las principales fuentes para el estudio de la sismicidad venezolana decimonónica.

En tal sentido, cabe destacar que el sismo de 1900, irrumpió en un contexto cultural y científico definido por el espíritu positivista y modernista característico de finales del siglo XIX. Para el momento en que ocurre el terremoto, existía en el país un importante número de periódicos, cuyo carácter ilustrado ciertamente favoreció la investigación. Estos diarios estaban “dirigidos a otro tipo de lector, menos comprometido con el quehacer político, y más preocupado por conocer sobre los avances científicos, tecnológicos y literarios del momento. La masa lectora iba ampliándose progresivamente, y de la misma manera iban ampliándose los temas a los cuales podía dedicarse la prensa” (Ríos, 2006). Así, la vitalidad y agitación intelectual de este período quedaron bien plasmadas en los numerosos artículos científicos y técnicos dedicados a explicar las causas del sismo y a reflexionar sobre sus efectos; textos que fueron publicados en los principales periódicos nacionales.

La historiografía aportó muy poca información relevante respecto a los daños producidos por el sismo de 1900, pero resultó útil para contextualizar las tipologías y técnicas constructivas y la configuración urbana existentes en el momento de ocurrir el sismo (Arcila Farías, 1961; Zawisza, 1988; Gasparini y Posani, 1998). En líneas generales, la historiografía ha solapado a este sismo, reseñándolo de manera anecdótica y superficial y calificándolo, invariablemente, como una calamidad de escasa importancia. Además, introduce un sesgo geopolítico cuando, a pesar de la extensión de los efectos del evento, circunscribe sus apreciaciones a la ciudad de Caracas, aunque esta no fue la localidad más afectada y los daños registrados oscilaron entre moderados y graves, sin que se produjesen casos de colapso total de estructuras.

De los catálogos sísmicos e inventarios de riesgo geológico, se obtuvo información detallada respecto a los efectos del terremoto en las construcciones y en el ambiente (Centeno Graü, 1969; Singer *et al.*, 1983; Grases, 1990; Grases *et al.*, 1999; O'Loughlin y Lander, 2003), de modo que estos materiales resultaron particularmente útiles en cuanto a la interpretación de los efectos geológicos inducidos por el sismo. Del mismo modo, los estudios previos referidos al tsunami y a los casos de licuación (Rodríguez *et al.*, 2006; Audemard *et al.*, 2012; Audemard *et al.*, 2014 y Audemard y Leal, 2015), constituyeron un insumo fundamental en el análisis de tales fenómenos. Finalmente, a través de las interpretaciones macrosísmicas previas, se accedió a las múltiples intensidades que han sido asignadas a este terremoto (Fiedler, 1961; Centeno Graü, 1969; Jakubowicz y Larotta, 1974; Lugo, 1984 y CERESIS, 1985). Estos valores constituyen unos significativos indicadores de cómo han sido evaluados y valorados los efectos

del sismo de 1900, en términos de su extensión y destructividad.

Valoración y validación de la información

Para realizar la validación de la información se asignaron parámetros de confianza en dos niveles: el primero considerando las características de las fuentes revisadas y el segundo, para evaluar la pertinencia de la información disponible para cada población. Para el primer nivel se siguen los criterios de Peraldo y Montero (1999), los cuales se refieren a la calidad de las fuentes de información y a la certeza en la ocurrencia de los eventos: “La clase A, define eventos cuya certeza de ocurrencia es completamente segura, pues existen pruebas documentales primarias que refieren la ocurrencia del evento en forma explícita. La clase B denota sismos que han sido documentados en fuentes secundarias provenientes de diversos autores confiables... La clase C incorpora eventos documentados en fuentes secundarias, donde no se incorporan fuentes primarias de referencia y la información sobre la posible ocurrencia de un sismo es ambigua y además, esta es dudosa en cuanto a su contenido o procedencia”. Siguiendo tales parámetros, y considerando que la información utilizada para la asignación de intensidades para este evento, proviene directamente de fuentes primarias así que se considera de **clase A**.

Luego, cuando se utilizan registros históricos para la asignación de intensidades es necesario considerar la utilidad y pertinencia de la información correspondiente a cada una de las poblaciones afectadas. No toda la información procedente de fuentes primarias tiene la misma calidad, en cuanto a precisión y detalle en la descripción de daños a las construcciones y efectos geológicos (Rodríguez y Audemard, 2003). Por esta razón, para valorar debidamente la confiabilidad de la información en cuanto a la certeza en la asignación de intensidades, se aplicó el Factor de Calidad Q, propuesto por Salcedo-Hurtado y Gómez-Capera (2013), quienes lo describen de la siguiente manera: “A – el sismo fue sentido y la información sobre los diversos efectos es suficiente y veraz para dar un valor apropiado de intensidad; B – el sismo fue sentido, pero la información no es suficiente para dar un valor de intensidad confiable; C – la información es insuficiente y dudosa”. Incluso cuando se cuenta con abundantes registros extraídos de fuentes primarias, la calidad de la información procedente de las diferentes poblaciones afectadas por un sismo no es uniforme. En todo caso el Factor Q, para cada localidad se encuentra consignado en la tabla de intensidades obtenida para este estudio.

Sistematización de la información

La información compilada para esta investigación fue tratada diversamente según su procedencia. La información proveniente de fuentes primarias fue transcrita, referenciada y consignada en un extenso

catálogo, ordenado según el repositorio de procedencia y la fuente correspondiente: prensa, documentos de archivos y documentos oficiales. Posteriormente, para sintetizar estos datos y facilitar la interpretación macrosísmica, este catálogo fue examinado minuciosamente para extraer la información sobre los efectos del sismo y su distribución espacial. Este documento se complementó con la información obtenida de los catálogos sísmicos e inventarios de riesgo geológico. A partir de esta estrategia se generó un cuadro que contenía los nombres y las coordenadas de las poblaciones afectadas y los efectos del terremoto sobre las personas, las construcciones y el ambiente. Las intensidades contenidas en los estudios previos fueron reseñadas en una tabla comparativa.

Intensidades previas y coeficiente de Correlación

Existen diversos estudios que proponen valores de intensidad para el sismo de 1900. Los resultados consignados en la tabla I, evidencian que los mencionados estudios difieren en cuanto a fuentes de información, cobertura espacial de la misma y escalas de intensidad que fueron aplicadas en cada uno de los análisis. En estadística, el coeficiente de correlación es una medida del grado de asociación lineal entre dos variables numéricas. Se encuentra expresado como:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (1)$$

En la ecuación (1), S_{xy} es la covarianza muestral de las variables X y Y , S_x es la desviación estándar muestral de la variable X y S_y es la desviación estándar muestral de la variable Y . El coeficiente de correlación es adimensional y está acotado en el rango $(-1, 1)$, en donde -1 representa una correlación máxima inversa, 1 muestra una correlación máxima directa y 0 significa que no hay correlación entre las variables. La tabla II muestra el cálculo del coeficiente de correlación de las intensidades estima-

das para el terremoto de 1900. En general, se puede apreciar una baja correlación lineal entre las diversas fuentes analizadas, con excepción de las más recientes estimadas por Lugo (1984) y CERESIS (1985). La disparidad de los valores indica diferencias en las intensidades previamente obtenidas por los diferentes autores. Este resultado refleja la importancia de la reevaluación de las intensidades asociadas a este terremoto en particular. Igualmente consideramos que la inclusión de nuevos puntos de intensidad será un aporte valioso de este trabajo para alcanzar la meta en la obtención de resultados más robustos.

Análisis de intensidades

La documentación compilada para esta investigación ofrece, en conjunto, información significativa sobre los efectos que el terremoto del 29 de octubre de 1900, tuvo sobre las personas, las construcciones y el ambiente. La asignación de valores de intensidad se hizo siguiendo los criterios de la Escala Mercalli Modificada (1956). Este terremoto irrumpió en una Venezuela predominantemente rural, definida arquitectónicamente por la tierra cruda: adobe, tapia y bahareque, cuyo principal material constructivo es la tierra sin cocer, combinada con maderas, fibras vegetales, e incluso piedra (Gasparini y Margolies, 1998). Los techos solían ser de paja o de parhilería, es decir, un armazón de madera cubierto con tejas de barro cocido, y en consecuencia, estaban muy amenazados por el apetito del comején y la falta de mantenimiento. Los edificios, a excepción de los templos y fortalezas, eran bajos y existían relativamente pocas construcciones de dos pisos, incluso en las principales ciudades (Gasparini y Margolies, 1986).

Además, a finales del siglo XIX, Venezuela no contaba con códigos de construcción contra temblores y la normativa urbana existente no contenía disposiciones lo bastante precisas respecto a la su-

pervisión de las calidades constructivas, ni ofrecían indicaciones puntuales respecto a la altura y estabilidad de los edificios, a la correcta aplicación de las técnicas constructivas o la calidad de los materiales utilizados (Leal Guzmán y Mastrangoli, 2014). Tales circunstancias configuraban un panorama caracterizado por una alta vulnerabilidad técnica frente a los sismos.

En la Escala de Mercalli Modificada (1956) las construcciones de tierra cruda están clasificadas como: "**Construcciones C:** estructuras no tan débiles como para fallar la unión de las esquinas, pero no reforzadas ni diseñadas para resistir fuerzas horizontales. Construcción y materiales corrientes.

Construcciones D: construcciones de materiales pobres, tales como el adobe; baja calidad de construcción. No resistente a fuerzas horizontales". A los efectos de este trabajo, se utilizarán las clasificaciones en dicha escala, considerando factores como la calidad de los materiales y de la técnica, la existencia de refuerzos (armazón), y el estado de conservación de los edificios, en los casos en que la documentación ofrezca suficiente información al respecto.

Descripción de efectos macrosísmicos

A continuación se presenta la descripción de los efectos del terremoto de 1900 sobre las personas, las construcciones y la naturaleza. Se excluyen de esta relación las 21 localidades en las cuales se reportó "sentido sin daños". Las restantes poblaciones están agrupadas por estados, siguiendo la división político-territorial venezolana actual. El número romano entre paréntesis, corresponde a nuestra asignación de intensidad, aplicando la escala MMI (1956). Estado Anzoátegui: En el pueblo de Onoto (VII), al oeste de Anzoátegui, cayó la iglesia, pero no se reportaron daños en las casas, ni víctimas. También se informó que el río Unare "botó el agua 7 metros fuera de su cauce" (tsunami) y que se abrió uno de sus barrancos

Tabla I. Intensidades previas estimadas para el sismo de 1900.

Población	Fiedler, 1961 MCS	Centeno , 1969 MM	Jakubowicz y Larotta, 1974 MCS	Lugo, 1984 MM	CERESIS 1985 MM
Macuto	9-10	IX	8	VIII	7
Guarenas	9-10	IX	7-8	VIII	8
Carayaca	9-10	-	-	-	-
Guatire	9-10	IX	7-8	VIII	8
Higuerote	9-10	IX	-	VIII	7
Cabo Codera	-	IX	-	-	-
La Orchila	-	IX	-	-	-
Los Roques		IX	-	-	-
Carenero	8-9	-	-	VIII	8
Naiguatá	9-10	-	-	VIII	-
La Guaira	9-10	VIII	-	VIII	-
La Sabana	8-9	-	-	-	-
Caruao	8-9	-	-	-	-
Caracas	9-10	VIII	7-8	VIII	7
Río Chico	8-9	VIII	-	VIII	-
San José de Río Chico	8-9	-	-	-	-
Petare	9-10	-	-	-	-
Curiepe	8-9	-	-	-	-
Tacarigua	8-9	-	-	-	-
Capaya	8-9	-	-	-	-
Santa Lucía	-	VIII	-	-	-
La Victoria	-	VII	-	VII	-
Maracay	8-9	VII	-	-	-
Los Teques	8-9	VII	-	VII	-
Charallave	-	VII	-	-	-
Cúa	-	-	-	VII	-
Villa de Cura	8-9	-	-	VII	-
San Sebastián de los Reyes	8-9	-	-	VII	-
San Casimiro				VII	-
Clarines		-	-	VII	-
Valencia	8-9	V	-	VI	6
Pto. Cabello	8-9	V	-	VI	5
Chaguaramas	-	V	-	-	-
Ortiz	-	-	-	VI	-
San Juan de los Morros	8-9	-	-	-	-
Zaraza	6-7	-	-	-	-
Valle La Pascua	6-7	-	-	-	-
San Carlos	6-7	-	-	-	-
Parapara		-	-	VI	-
Barcelona	6-7	V	-	VII	-
Carúpano		-	-	V	-
Río Caribe		-	-	V	-
Cumaná	6-7	V	-	VI	-
Margarita	6-7	-	-	VI	-

Tabla II. Coeficiente de correlación de las intensidades estimadas en estudios previos.

Coeficiente de Correlación	Fiedler, 1961 MCS	Centeno, 1969 MM	Jakubowicz y Larotta, 1974 MCS	Lugo, 1984 MM	CERESIS, 1985 MM
Fiedler, 1961 MCS	1,000	0,256	0,000	0,798	0,516
Centeno, 1969 MM	0,256	1,000	-0,333	0,620	0,168
Jakubowicz y Larotta 1974 MCS	0,000	-0,333	1,000	0,620	-0,577
Lugo, 1984 MM	0,798	0,620	0,620	1,000	0,952
CERESIS, 1985 MM	0,516	0,168	-0,577	0,952	1,000

(*lateral spread*). En San Mateo (VI-VII) sufrieron mucho las casas que se agrietaron y “se abrieron”. El templo, que se encontraban en construcción, sufrió serias averías que no están detalladas en la documentación. En Aragua de Barcelona (VII-VIII), muchas casas cuarteadas, las dos torres de la iglesia, también en fábrica, quedaron agrietadas hasta la base, amenazando con desprenderse del cuerpo del edificio y caer, lo que representa un daño estructural grave. No se registraron víctimas pero sí hubo gran alarma entre los habitantes (El terremoto, *El Tiempo*, Caracas: 13 noviembre 1900, p. 2). En Clarines (VII), las casas recibieron daños de consideración, pero no se reportaron víctimas. La iglesia, construida hacia 1773, sufrió la destrucción del cuerpo superior de la torre y del presbiterio. En esta población se informó de “grandes grietas” abiertas a orillas del río Unare, probablemente *lateral spread*. En San Diego (VIII), se presentó una anomalía hidrológica-geotérmica consistente en la desaparición de unos baños de aguas calientes (Ídem). En Barcelona (VII-VIII), “sufrió toda la población, siendo muy contadas las casas sin daño”. La iglesia de San Cristóbal, actualmente catedral de Barcelona, erigida entre los años 1748 y 1773, sufrió daños leves: “se agrietaron la pared oeste de la torre, uno de los arcos de la nave derecha y la pared izquierda del primer arco del mismo lado”. Asimismo, el frontis del mercado público resultó con dos grandes grietas, y

en el taller del ferrocarril Guanta-Naricual, cayó media pared (El terremoto en Oriente. En Barcelona, *La Linterna Mágica*, Caracas: 3 noviembre 1900, p. 2). En los alrededores de Barcelona, Centeno Graü observó diversos efectos geológicos como tsunami, licuación, *lateral spread*, anomalías hidrológico-geotérmicas, movimientos de remoción en masa y subsidencia (Interesantísimo estudio, *La Linterna Mágica*, Caracas: 11 noviembre 1900, p. 3).

Estado Aragua: Temblor sentido muy fuerte en Barbacoas (VI), donde “sufrieron mucho el templo y las casas”. En Choroni (VI), muchas casas agrietadas y desplomadas. El Consejo (VI), casa municipal en estado de ruina, probablemente muros agrietados y desplomes. Muy poca información de esta población. Camatagua (VII), temblor fortísimo. Casi todas las casas de la población han sufrido averías. San Sebastián de los Reyes (VI), parte de la iglesia y jefatura civil, destruidas. Turmero (VI), capilla destruida, paredes del cementerio caídas. Muchas casas averiadas. Villa de Cura (VI), Casa municipal en estado de ruina, con muros agrietados y desplomados (Otros detalles, *La Linterna Mágica*, Caracas: 1 noviembre 1900, p. 2). Temblor sentido fuerte en La Victoria (VII), alarma general, habitantes acampando en las plazas, calles y estación de ferrocarril. Muchas casas quedaron seriamente deterioradas y algunas perdieron varios muros. La iglesia Matriz, construida hacia finales del siglo XVIII, sufrió graves

daños: “la fachada principal está rajada y a punto de caerse. Los arcos de todas las naves están también rajados, lo mismo que las capillas del Corazón de Jesús y El Calvario” (Estado Aragua, *El Tiempo*, Caracas: 5 noviembre 1900, p. 2). En Maracay (VII), una tempestad e inundación previas al sismo de 1900, ya habían dañado las casas. En esta población “sufrieron desperfectos: la iglesia, los edificios públicos y muchas casas particulares, pero afortunadamente no han acaecido desgracias personales” (Nuevos telegramas, *La Restauración Liberal*, Caracas: 31 octubre 1900, p. 3).

Estado Carabobo: En Valencia (VII), capital del estado, algunos templos y muchos edificios públicos y privados se agrietaron (Telégrafo Nacional, *El Conciliador*, Caracas: 29 octubre 1900, p. 2). En esta ciudad no hubo víctimas que lamentar, pero aún así la alarma fue generalizada y los valencianos se refugiaron “en las calles y plazas bajo tiendas de campaña arregladas convenientemente” y resguardados por Batallones del Ejército Nacional (De Valencia, *La Linterna Mágica*, Caracas: 1 noviembre 1900, p. 2). En Puerto Cabello (VII), las casas se agrietaron y se informó de cuatro casas caídas, los habitantes pasaron varias noches al raso; además se reportó licuación: en el solar de un vecino “se abrió la tierra en una larga faja” (De Puerto Cabello, *La Linterna Mágica*, Caracas: 2 noviembre 1900, p. 3). El templo y las casas de Naguanagua (VI), sufrieron daños leves. En Güigüe (VII),

el templo Parroquial de dicha población quedó agrietado y desplomado y con el techo rodado, mientras que varias casas particulares sufrieron el desplomo y la caída de algunas paredes. Los habitantes de la ribera del lago de Tacarigua, informaron que “antes y después de los temblores, el lago estuvo tan agitado, que producía un ruido semejante al de la mar” (Güigüe, *El Tiempo*, Caracas: 9 noviembre 1900, p. 2). Esta información ha sido interpretada como un probable *seiche*.

Dependencias Federales de Venezuela: Archipiélago Los Roques (VIII-IX). En la época del terremoto había un puesto militar en esta zona, que estaba escasamente poblada. No se dispone de ninguna descripción que dé cuenta de daños en las construcciones, pero existe un informe escrito por el gobernador, afincado en Gran Roque, que señala que el sismo se sintió con mucha fuerza y además detalla los efectos sobre la naturaleza: tsunami, agrietamientos del terreno, movimientos de remoción en masa y *lateral spread*: “El mar se retiró mugiendo a muchos metros de la playa. Los tripulantes de las embarcaciones que han llegado a este puerto en lo que va ocurrido del día, y que navegaban en los canales de estas islas... sintieron sacudidas violentas y una agitación extraña en las aguas (tsunami)... Se agrietó el suelo, en especial una de las islas... Navegantes reportaron hundimientos de consideración en el islote Codazzi (actualmente Cayo Espenqui) y la presencia, en muchas partes, de zanjas profundas, que parecen indicar que la base de la isla se ha roto en varios fragmentos; lo que basta para dar idea de la terrible violencia del sacudimiento (Probable *lateral spread*). En la isla La Tortuga (VII-VIII) “se cayó un pedazo de serranía”, indicio de un movimiento de remoción en masa (El terremoto en Los Roques, *La Religión*, Caracas: 6 de noviembre de 1900, p. 3).

Distrito Metropolitano de Caracas: Caracas (VII). En esta ciudad se registraron 10 muertos y 16 heridos. 69 casas caídas, 428 casas en ruinas y 174 casas sin aleros, algunas cayeron con las réplicas. Todos los templos y edificios públicos sufrieron daños en diversos niveles (Ahrensburg, 1901). San Juan, San Francisco y Las Mercedes y las capillas Corazón de Jesús, Lourdes y Santa Capilla sufrieron apenas “insignificantes deterioros”. La Catedral, las iglesias de La Candelaria, San José y la Divina Pastora se registraron daños moderados. Por el contrario, las iglesias de Altigracia y Santa Rosalía y la Basílica de Santa Teresa y Santa Ana acusaron daños graves (Examen técnico de los templos de Caracas, *La Linterna Mágica*, Caracas: 9 noviembre 1900, pp. 2-3). Muchos edificios públicos, instituciones sanitarias y educativas que se encontraban emplazadas en antiguos templos y conventos refaccionados, soportaron mal el terremoto y resultaron hundidos y resquebrajados, representando un serio peligro para los ciudadanos. El Teatro Municipal experimentó graves daños: dos enormes grietas separaron la parte posterior del edificio y los arcos resultaron partidos

en el clave. El Hospital Vargas, inaugurado en 1891, sufrió severamente: las paredes quedaron agrietadas, desplomadas y abiertas. La parte posterior del edificio presentó grietas en diferentes direcciones y además, quedó “desprendida del resto del edificio” (Informe técnico de los edificios públicos de Caracas, *El Tiempo*, Caracas: 16 noviembre 1900, pp. 2-3).

Baruta (VIII), 2 heridos, 2 casas caídas. La Iglesia completamente averiada; su torre abierta en cuatro partes y el baptisterio en el suelo. Muchas casas desplomadas, hendidas y destechadas. En Chacao (VIII), se reportaron muchas casas caídas y otras arruinadas. El templo “casi destruido pues está desnivelado y muy agrietado, habiendo caído parte del frente, parte del alero de la pared norte, el altar de San Nicolás, parte superior del arco toral, destruyendo una famosa araña de cristal, muchos maderos y vigas, que destruyeron el altar de Nuestra Señora del Carmen, la vidriera del Calvario y muchos asientos” (Notas al susto, *La Religión*, Caracas: 14 noviembre 1900, p. 2).

En El Hatillo (VII), se reportaron 2 contusos. “Se encuentra al caer la Iglesia, la Jefatura Civil, la Casa parroquial y una pared del cementerio, las cuales están desplomadas amenazando caer, casi todas las casas de la población están agrietadas” (Más desastres, *La Linterna Mágica*, Caracas: 3 noviembre 1900, p. 2). El hospital de Petare (VII), un edificio viejo y en mal estado, acusó serios daños: todas las paredes se agrietaron y los techos y cielorrasos se hundieron (Hospital de Petare, *La Linterna Mágica*, Caracas: 6 diciembre 1900, p. 2) La casa parroquial y la casa de gobierno sufrieron serios deterioros. La iglesia Parroquial quedó arruinada, en tanto que la Capilla del Calvario resultó levemente deteriorada, “La fachada afecta una pequeña desviación de su posición vertical”. No se reportaron víctimas (Iglesias de Petare, *La Religión*, Caracas: 28 noviembre 1900, p. 2).

Estado Guárico: En Calabozo (V), Ortiz (V), Parapara (V) y El Sombrero (V) se registraron daños materiales de poca significación en la generalidad de los edificios, aunque el templo de esta última población quedó agrietado y desplomado, amenazando ruina. La iglesia de Lezama (VI) quedó arruinada y las casas de tapia soportaron mal el temblor, quedando cuarteadas y desplomadas. Además se reportó la caída de tres casas. En San Juan de los Morros (VI), varias casas quedaron deterioradas; la iglesia completamente abierta en siete de sus arcos. En Valle la Pascua (VI-VIII), las casas, pese a ser de bahareque, resultaron agrietadas, desplomadas y en algunos casos, destechadas. Su iglesia presentó una grieta grande en el bautisterio y diversas averías en el resto del edificio (A propósito del temblor del 29 de octubre, *El Tiempo*, Caracas: 28 noviembre 1900, p. 3). Los habitantes de Zaraza (VI) describieron los temblores como “muy fuertes”; sin embargo, los daños fueron pocos y se limitaron a la capilla, cuyo te-

cho quedó rodado y a unas pocas casas agrietadas. En todo el estado Guárico solo se reportó una víctima fatal en la población de Tucupido (VI), en la cual “cayó una casa y mató a una niña” (Zaraza, *El Tiempo*, Caracas: 10 noviembre 1900, p. 2).

Estado Miranda: Capaya (VIII), 3 contusos. “La iglesia en ruinas, cayeron 4 casas y las haciendas, muchas casas del pueblo con muchas grietas. Se observaron borbollones de agua en las inmediaciones del pueblo”, probablemente anomalía hidrológico-geotérmica (Archivo Histórico de Miraflores, *Telegramas*, 44T). En Cúa (VI), a diferencia de lo ocurrido a causa del terremoto de 1878, solo hubo casas rajadas, pero muy poca cosa. En Los Teques (V), prejuicios de poca significación y algunas grietas en el templo. En Curiepe (VIII) 3 heridos. Casi todo el pueblo fue al suelo; las casas que no cayeron quedaron en muy mal estado, agrietadas y desplomadas. Templo caído. 25 edificios destruidos y el resto, sufrió grandes descalabros. Las calles están llenas de escombros. En el caserío Turgua (VI), “quedaron destruidas las oficinas de las haciendas Carabobo y San José, el local de la escuela y la casa parroquial”. En Tacarigua (VII), se cayeron varias casas y muchas más quedaron agrietadas y desplomadas. En Panaquire (VII), se deterioraron todas las casas de la población, también se manifestó licuación y proceso de *lateral spread*: “se han abierto grietas de 300 y más metros de longitud; de estas aberturas se desprende una arena fangosa y negra que despiende un fuerte olor a azufre” (Estragos del terremoto en Barlovento, *La Linterna Mágica*, Caracas: 2 noviembre 1900, p. 3).

Del pueblo de Paparo (VIII-IX) no hay descripción de daños en las construcciones ni de víctimas, solo se informa de la destrucción del puente de hierro que formaba parte de la infraestructura del ferrocarril Carenero-El Guapo, probablemente a causa de los procesos de licuación y *lateral spread*: “en un

espacio de cinco leguas, brotaron pozos, más o menos grandes, de un líquido bituminoso, que en algunos lugares han formado pequeñas lagunas”. Asimismo se extrajo el siguiente reporte: “Una parte del pueblo de Paparo se hundió en el agua, quedando las casas solo con la mitad afuera” (Ídem). Esta descripción ha sido interpretada como un probable efecto *water bore* (Audemard *et al.*, 2014 y Audemard y Leal, 2015), fenómeno que se produce cuando una ola tsunami alcanza la desembocadura de un río y se amplifica “produciendo una pared casi vertical de agua” (Bolt, 1981).

Guarenas (IX). El saldo del terremoto fue de 7 muertos, 11 heridos. Casas caídas, 72; inhabitables, 503. Fachada del templo desplomada, el techo, dañado. En los alrededores de la población se observó la formación de manantiales de “aguas supuestamente sulfurosas” y en las altas montañas de Mariches, entre Guarenas y Guatire “se han abierto grandes grietas, algunas de notable profundidad, en una de las cuales brotó una gran fuente de agua cristalina, cuya temperatura no tuvo el cuidado de comprobar el observador” Estos reportes se interpretaron como probable licuación/*lateral spread* y anomalía hidrológica. Guatire (IX), se registraron 27 muertos, 93 heridos. Casas caídas, 95; Casas por demoler, 142; Casas averiadas, 108. Las dos iglesias del pueblo quedaron completamente destruidas (El Terremoto del 29 de octubre de 1900, *La Linterna Mágica*, Caracas: 4 noviembre 1900, p. 3).

De Guatire y sus cercanías se reportaron anomalías hidrológico-geotérmica, licuación, agrietamientos del terreno y movimientos de remoción en masa: Un testigo informó que “en el camino de Guatire a Caracas habían aparecido al menos 26 grietas transversales largas y estrechas y grietas más notables en el camino de Guatire a Caucagua”. Otro testigo, señala no haber visto las grietas, sino derribes describiéndolos como “al-

gunos pedazos de cerro desprendido... que no se puede llamar grietas” (Nuevos detalles, *El Tiempo*, Caracas: 31 octubre 1900, p. 2). El escritor guatireño José María Fránquiz observó licuación, *lateral spread* y anomalías hidrológicas: “inmediatamente después se vieron grandes grietas en la tierra, de las cuales salía agua que en partes era negra, fétida y de elevada temperatura, así como también una arenilla con un olor a azufre muy pronunciado. Las aguas de los ríos abundaron y hay vertientes, tenidas hasta aquella fecha como secas que están corriendo abundantemente desde entonces”. El padre Istúriz, párroco de Guatire, reportó movimientos de remoción en masa: “los cerros se ven en muchas partes derribados” (Guatire, *La Religión*, Caracas: 7 diciembre 1900, p. 2). San Diego de los Altos (VIII), 14 casas caídas totalmente. Varios aledros, corredores y tapias han venido también al suelo. La iglesia muy mal, las claves de los arcos salidas de su punto y de la parte naciente de la torre cayó un trozo de paredón alto. Se oyó el estallido de las maderas del Templo. De esta población se informa de agrietamientos en el terreno: “Se abrió una zanja extensísima que desde Los Ocumitos pasa por la Capilla del Naranjal” (San Diego, *El Tiempo*, Caracas: 9 noviembre 1900, p. 3). En Santa Lucía (VII-VIII), ocurrieron grandes estragos. El Templo, campanario y casa parroquial, en estado de ruina, casa Municipal, demoliéndose por el estado de completa destrucción en que se quedó su segundo piso: once casas principales de las poblaciones con sus techos o paredes en el suelo y el resto de todas las demás casas, abiertas y desplomadas en su totalidad. Las familias todas sin hogar y refugiadas en los campos, solares y árboles más inmediatos a la población. En Santa Teresa (VI-VII), templo y casas muy averiados, sin víctimas. Ocumare del Tuy (VII). No se registraron víctimas. La mayor parte de las casas con averías muy serias (Detalles del temblor, *La*

Restauración Liberal, Caracas: 31 octubre 1900, p. 2).

San José de Río Chico (VIII), No se registraron víctimas. El templo y todo el caserío sufrieron serias resquebrajaduras y desplomos. Se observó además que los árboles quedaron “torcidos y defectuosos”, información que se ha interpretado como un probable deslizamiento. También se reportó la ocurrencia de *water bore* en los siguientes términos: “se desbordó el río que atraviesa el pueblo en ambas márgenes, bañando las calles y luego se volvió a su cauce natural, siendo más grave este fenómeno cuanto que una de las márgenes del río San José tiene cuatro metros de altura” (Notas al susto, *La Religión*, Caracas: 6 noviembre 1900, p. 2). Río Chico (VII). Algunos muertos y heridos. Se cayeron las paredes laterales del templo y el frontis quedó desplomado con una inclinación de seis pulgadas, las casas agrietadas y muchas desplomadas amenazando caerse. Tacarigua (VII). Templo caído y varias casas caídas, mayor parte de las casas agrietadas y desplomadas. Higuerote (VIII-IX), algunos muertos y contusos; desastre espantoso en pérdidas de casas, más de la mitad de la población en el suelo, el templo caído. Un reporte procedente de esta población señala que los horcones, que forman la armazón de las construcciones, fueron sacados de raíz, lo que se interpretó como evidencia de licuación. Río Grande (VI), se informó de 1 muerto y 1 herido. Dos casas averiadas. Turgua (VI). Víctimas: 1 muerto y 1 herido. Destruídas las oficinas de las haciendas Carabobo y San José, el local de la escuela y la casa parroquial (Estragos del terremoto en Barlovento, *La Linterna Mágica*, Caracas: 2 noviembre 1900, p. 3). Carenero (VIII). En esta población hubo 3 muertos y 2 heridos. La línea del Ferrocarril quedó totalmente destruida. De esta población se reportó la conjunción de licuación y *lateral spread*: “La Estación del ferrocarril de Carenero se hundió, y así sucedió a la mayor parte de las casas del poblado. Los rieles de la línea todos reventados”. También se informó de licuación: “por todas partes se han abierto zajones que brotan una agua negra y hedionda a azufre” (Notas al susto, *La Religión*, Caracas: 6 noviembre 1900, p. 2). El ferrocarril Carenero-El Guapo, vía de comunicación fundamental para la economía de la región, resultó muy afectado por el sismo. A diferencia del ferrocarril Caracas-La Guaira, se trataba de una infraestructura construida a muy bajo costo y de escasa calidad, sus rieles se extendían a través de terrenos bajos y al nivel del mar y luego se adentraba por terrenos anegadizos hasta Río Chico, desde donde partía un ramal hasta El Guapo (Arcila Farías, 1961). Tales condiciones de ubicación y construcción lo hacían muy vulnerable a los efectos del terremoto, en este caso específico al proceso de *lateral spread*: “La línea del Ferrocarril sufrió muchísimo, en términos que de recta que era, formó una continua variedad de líneas quebradas en todas direcciones. En algunos sitios los rieles se arquearon en

forma de puente colgante; en otros se formaron curvas sin levantarse del terreno; y en otros, se replegaron los durmientes en remolino formando grandes hacinamientos. En todo el curso del enriado se abrieron grietas, de modo que no quedó una junta en buen estado”. Estos daños significaron la interrupción del tráfico de trenes, durante unos dos meses (Notas al susto, *La Religión*, Caracas: 6 noviembre 1900, p. 2).

En Puerto Tuy (VIII), “el mar se separó como ocho cuadras, y luego se vino encima de la playa una gran mole de agua como de diez metros de altura que anegó los almacenes” (Estragos del terremoto en Barlovento, *La Linterna Mágica*, Caracas: 2 noviembre 1900, p. 3). Aunque esta descripción del tsunami coincide con las observaciones clásicas del fenómeno, la altura de la ola está considerada poco verosímil (Audemard *et al.*, 2012; Audemard *et al.*, 2014 y Audemard y Leal, 2015).

Estado Vargas: En el plácido pueblo costero de Macuto (IX), 92 casas quedaron completamente destruidas y otras 31 sufrieron ligeros deterioros. El Mercado y el Hotel La Alemania quedaron prácticamente destruidos. La iglesia parroquial quedó en muy mal estado: “El templo está hoy inservible, por tener la torre desplomada, todo agrietado el frontis, y despegadas junto con la torre, como doce pulgadas del cuerpo de la iglesia, las paredes laterales del coro que corresponden al Bautisterio y a una pieza-capilla... que también está desplomada”. También se reventaron los tubos de agua, pero las autoridades locales tomaron prontas medidas para solucionarlo. Las casas de madera de La Guzmania, resistieron bien el temblor. El saldo fatal del terremoto en esta localidad fue de 4 muertos y 22 heridos (Macuto, *La Religión*, Caracas: 30 noviembre 1900, p. 2).

Adicionalmente, el escritor José María Martel, señaló que en Macuto, los daños del sismo se vieron exacerbados por “ese otro fenómeno que lleva el nombre de *Ras de marée*, o sea levantamiento de las aguas del mar” (El Terremoto del 29 de octubre de 1900, *La Linterna Mágica*, Caracas: 4 noviembre 1900, p. 3). El presbítero Rada, párroco de Macuto, publicó una relación de los daños sufridos por dicha población, en la cual expresa que “Los baños de mar, necesitan una mano fuerte que haga sentir al Caribe altivo que ése es el lugar donde encuentra salud el enfermo, y que debe respetar la valla que le han puesto” (Macuto, *La Religión*, Caracas: 30 noviembre 1900, p. 2) Considerando que estos baños se encontraban ubicados *dentro del mar*, la declaración de Rada parece compatible con probables olas tsunami. Singer *et al.* (1983) coinciden en esta calificación.

En Maiquetía (VI), “El templo parroquial presenta sólo insignificantes averías y en la población no ha caído ninguna casa” (La Religión, 7 noviembre 1900, pág. 2: Notas al susto). En el pueblo de Tarmas (VI), “se agrietaron varias casas, dos paredes de la Iglesia se desplomaron. El coro y la torre se vinieron al

suelo". Naiguatá (VII), se reportó 1 muerto. El templo totalmente destruido. Se cayeron 13 casas de tejas y dos casas grandes en la hacienda "Lounga-España", cayó el templo y todas las casas de tejas. En dicha localidad, se reportó licuación (La Guaira, *El Tiempo*, Caracas: 7 noviembre 1900, p. 2). En Caraballeda (VII). En la Guaira (VII), se registraron daños entre leves y moderados como paredes agrietadas y caídas, principalmente en aquellas casas construidas de tapia o de tapia y rafas. Los templos de San Juan de Dios y Nuestra Señora del Carmen fueron examinados, encontrándose que no presentaban daños de cuidado, sino grietas de poca importancia y la caída de frisos y encajados. En esta población murió una persona. En distintos puntos cercanos a La Guaira se presentó licuación. En el río Aguas Calientes, en Caruao, "perecieron los peces a causa de la elevada temperatura del agua" (Notas al susto, *La Religión*, Caracas: 12 noviembre 1900, p. 3), fenómeno que ha sido descrito como anomalía geotérmica (Singer *et al.*, 1983). Asimismo, se presentaron movimientos de remoción en masa: "En las Montañas del Gobierno... se desprendió una gran parte del cerro. En Petaquire (IX) se produjo un movimiento de remoción en masa que ha sido interpretado como un alud sísmico (Idem): "En Petaquire, en la Montaña Grande, se derrumbó un farallón que arrasó como 15 cuerdas de montaña, y en El Pedregal hay una grieta de más de tres cuerdas en el camino". El ferrocarril Caracas-La Guaira dejó de funcionar debido a "dos derrumbes de consideración en los sitios denominados los Valleros y Vueltas Blancas y otros de poca importancia..." (La Guaira, *El Tiempo*, Caracas: 7 noviembre 1900, p. 2) El inspector de la carretera Caracas-La Guaira, reportó el "derrumbe de gran parte del Cerro Vueltas Blancas, en una extensión de cien metros, entre el Ojo de Agua y Guaracarumbo, inutilizado dicha carretera" (Observación, *La Linterna Mágica*, Caracas: 28 noviembre de 1900, p. 2).

Para facilitar la visualización de los resultados de este estudio, la tabla III, muestra los valores de intensidad establecidos para cada población, las correspondientes coordenadas geográficas y el factor de calidad Q, determinado según los criterios previamente enunciados y en función de la precisión y pertinencia de la información disponible para cada una de las localidades. En los mapas de puntos de intensidad (Figuras 1-3) se puede observar la amplitud del área de percepción del sismo del 29 de octubre de 1900, evento que fue sentido en gran parte del territorio nacional y en Trinidad. Se aprecia también que los efectos macrosísmicos se concentran en la región centro norte (Figura 2) extendiéndose hacia la oriental, específicamente hacia el estado Anzoátegui, siguiendo una distribución lineal este-oeste que corre paralela a la costa (Figura 3).

Conclusiones

El terremoto del 29 de octubre de 1900, es uno de los eventos sísmicos más importantes ocurridos en Venezuela. Su área de percepción abarca todo el norte del territorio venezolano, pues fue sentido desde San Cristóbal, en el occidente del país hasta Cumaná, en el oriente. Los daños generados por el terremoto se concentran en la región central, donde se registraron las intensidades más altas, y se propagan hacia la región oriental. Los daños más graves se observaron en las poblaciones de Macuto (Vargas), Guarenas y Guatire (Miranda) y en Los Roques, localidades para las cuales se estimó una intensidad de IX en la escala de Mercalli Modificada. En la subregión de Barlovento, estado Miranda, se documentaron daños graves y la ocurrencia de diversos efectos geológicos, estimándose intensidades VIII-IX en Higuerote y Paparo, e intensidad VIII en las poblaciones de Caucagua, Capaya, Curiepe, San José de Barlovento, Carenero y Puerto Tuy. La distribución espacial de los efectos del terremoto, sumado a la ocurrencia del tsunami, sugieren que el epicentro es marino, tal

como señalan la mayoría de los autores que han estudiado este sismo (Fiedler, 1961, 1968, 1988; Centeno Graü, 1969; Jakubowicz y Larotta, 1974; Lugo, 1984; Palme *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2006) con la excepción de Sievers (1905) que lo coloca en tierra firme, en Barlovento (Véase también Palme *et al.*, 2009). Según lo anterior, el origen del terremoto de 1900, se ha atribuido a una ruptura de la falla de San Sebastián (Lugo, 1984; Audemard, 2002), y en consecuencia, se considera que este es un evento fundamental para evaluar la amenaza sísmica en la región central del país y esta circunstancia implica la necesidad de una revisión profunda de los aspectos sismológicos del evento: parámetros básicos, efectos de sitio, etc.

En este sentido, y considerando la cantidad y calidad de la información que se ha compilado para el sismo de 1900, en el futuro se espera realizar estudios complementarios que permitan, por una parte, evaluar los efectos geológicos inducidos por este terremoto aplicando la escala ESI-2007 y, por la otra, estimar magnitud y epicentro macrosísmico utilizando diversos métodos estadísticos.

Agradecimientos

A la Dra. Christl Palme, por su traducción al castellano del texto de Hermann Ahrensburg "*Erdbeben in Caracas*" y por sus comentarios sobre la estimación de intensidades para el sismo de 1900; a la Dra. Sirel Colón y al Prof. Giovanni Peraldo por su minuciosa revisión del texto y sus ajustados comentarios; al Ing. Edwin Vargas por la elaboración de la cartografía.

Referencias

- Ahrensburg, H. (1901, Juni). *Erdbeben in Caracas, Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft für Thüringen zu Jena*, 19(1), 56-58.
- Arcila Farías, E. (1961). *Historia de la ingeniería en Venezuela*, 2 tomos, Caracas: Colegio de Ingenieros de Venezuela.
- Audemard, F. (2002, Noviembre).

Tabla III. Asignación de intensidades para el terremoto del 29/10/1900.
Valores obtenidos en este estudio.

Referencia Figuras 1-3	Población	Latitud (°)	Longitud (°)	Intensidad MM	Factor Q
1	Aragua de Barcelona	9,46	-64,83	VII-VIII	C
2	Barcelona	10,13	-64,68	VII-VIII	A
3	Cantaura	9,3	-64,36	V	B
4	Clarines	9,94	-65,17	VII	C
5	Onoto	9,60	-65,19	VII	B
6	San Mateo	9,74	-64,55	VI-VII	B
7	Barbacoas	9,48	-66,98	VI	C
8	Camatagua	9,79	-66,91	VII	B
9	Choroní	10,51	-67,61	VI	C
10	El Consejo	10,24	-67,25	VI	C
11	La Victoria	10,23	-67,33	VII	A
12	Maracay	10,25	-67,60	VII	B
13	San Sebastián	9,94	-67,17	VI	C
14	Turmero	10,23	-67,48	VII	C
15	Villa de Cura	10,04	-67,49	VI	C
16	Güigüe	10,08	-67,78	VII	C
17	Naguanagua	10,25	-68,01	VI	C
18	Puerto Cabello	10,47	-68,02	VII	B
19	Valencia	10,17	-68,00	VII	B
20	San Carlos	9,65	-68,58	III	B
21	La Tortuga	10,93	-65,31	VII-VIII	C
22	Los Roques	11,86	-66,76	VIII-IX	B
23	Baruta	10,42	-66,87	VIII	B
24	Chacao	10,48	-66,83	VIII	A
25	Distrito Capital	10,50	-66,93	VII-VIII	A
26	El Hatillo	10,44	-66,83	VII	C
27	Petare	10,48	-66,82	VII	B
28	Coro	11,40	-69,68	IV	B
29	Calabozo	8,92	-67,43	V	B
30	Chaguaramas	9,34	-66,25	IV	B
31	El Sombrero	9,39	-67,06	V	B
32	Lezama	9,05	-67,45	VI	B
33	Ortiz	9,63	-67,29	V	B
34	Parapara	9,38	-67,29	V	B
35	San Juan de los Morros	9,89	-67,34	VI	B
36	Tucupido	9,29	-65,77	VI	C
37	Valle la Pascua	9,20	-66,01	VI-VII	B
38	Zaraza	9,34	-65,32	VI	C
39	Baragua	10,58	-69,95	III	A
40	Barquisimeto	10,07	-69,33	IV	A
41	Cabudare	10,03	-69,26	III	A
42	Carora	10,57	-70,26	III	A

Tabla III (Continuación).

Referencia Figuras 1-3	Población	Latitud (°)	Longitud (°)	Intensidad MM	Factor Q
43	El Tocuyo	9,78	-69,79	IV	A
44	Quíbor	9,93	-69,58	III	A
45	Sarare	9,78	-69,16	III	A
46	Mérida	8,58	-71,13	II	A
47	Capaya	10,43	-66,27	VIII	B
48	Carenero	10,54	-66,11	VIII	B
49	Caucagua	10,28	-66,38	VIII	B
50	Cúa	10,17	-66,88	VI	A
51	Charallave	10,24	-66,86	VI	B
52	Curiepe	10,48	-66,17	VIII	B
53	Guarenas	10,47	-66,54	IX	A
54	Guatire	10,47	-66,54	IX	A
55	Higuerote	10,48	-66,10	VIII-IX	B
56	Los Teques	10,34	-67,04	VI	A
57	Ocumare del Tuy	10,11	-66,78	VII	B
58	Panaquire	10,22	-66,24	VII	C
59	Paparo	10,39	-65,98	VIII-IX	C
60	Río Chico	10,34	-65,97	VII	B
61	Río Grande	10,44	-66,52	VI	B
62	San Diego de los Altos	10,35	-66,94	VIII	B
63	San José de Río Chico	10,30	-66,00	VIII	B
64	Santa Lucía	10,26	-66,66	VII-VIII	B
65	Santa Teresa	10,23	-66,65	VII	B
66	Tacarigua	10,31	-65,88	VII	C
67	Turgua	10,37	-66,76	VI	C
68	Araure	9,56	-69,21	III	B
69	Ospino	9,30	-69,45	III	B
70	Carúpano	10,67	-63,24	IV	B
71	Cumaná	10,45	-64,16	IV	B
72	San Cristóbal	7,75	-72,22	IV	B
73	Valera	9,03	-70,60	III	B
74	Carache	9,71	-70,19	III	B
75	Caraballeda	10,62	-66,85	VII	C
76	La Guaira	10,60	-66,93	VII	A
77	Maiquetía	10,60	-66,98	VI	B
78	Macuto	10,61	-66,89	IX	A
79	Naiguatá	10,62	-66,74	VII	B
80	Petaquire	10,45	-67,17	IX	B
81	Tarmas	10,54	-67,14	VI	C
82	Yaracuy	10,32	-68,72	III	B
83	Maracaibo	10,63	-71,63	III	B
84	Trinidad	10,68	-61,51	IV	B

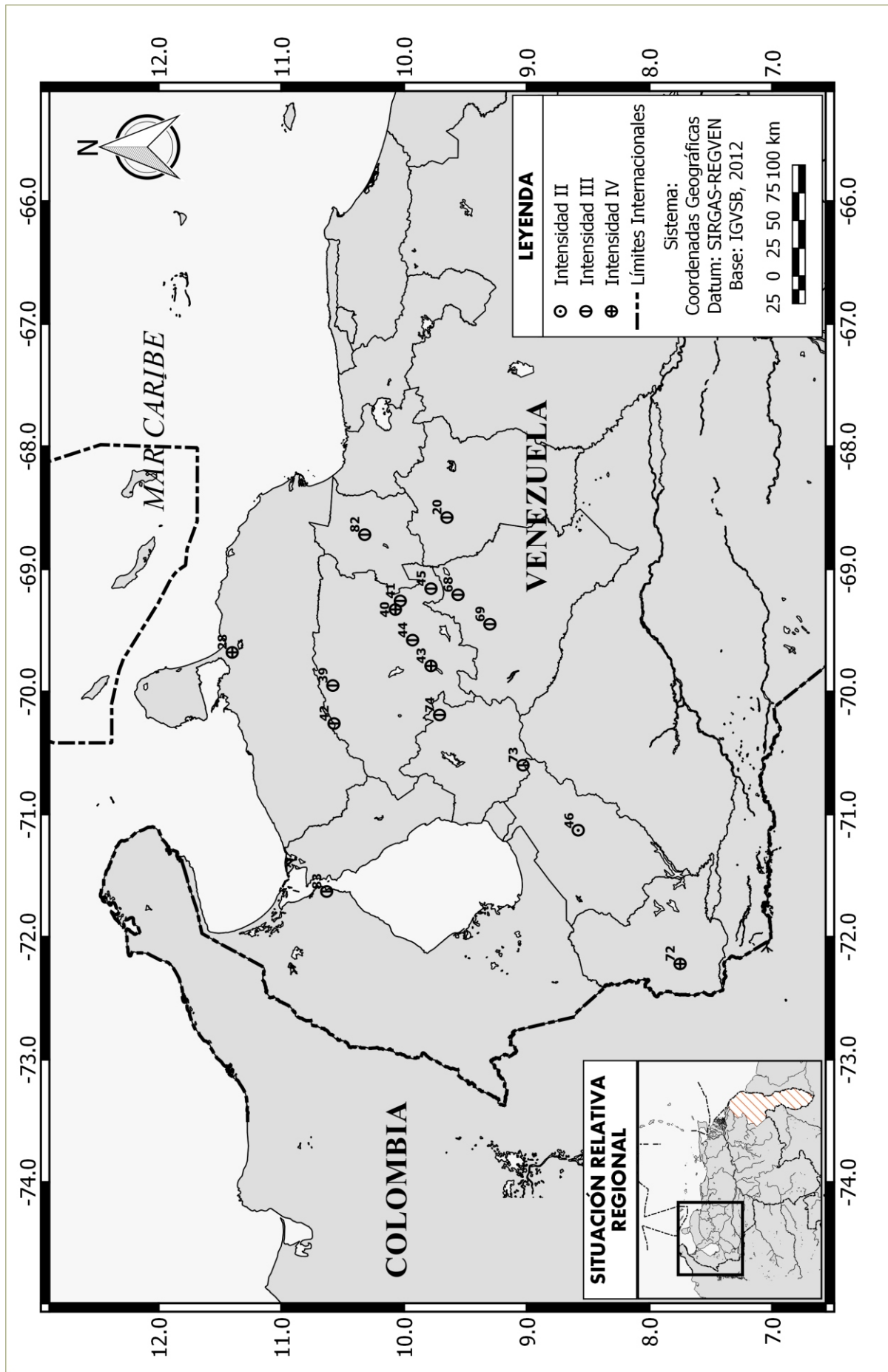
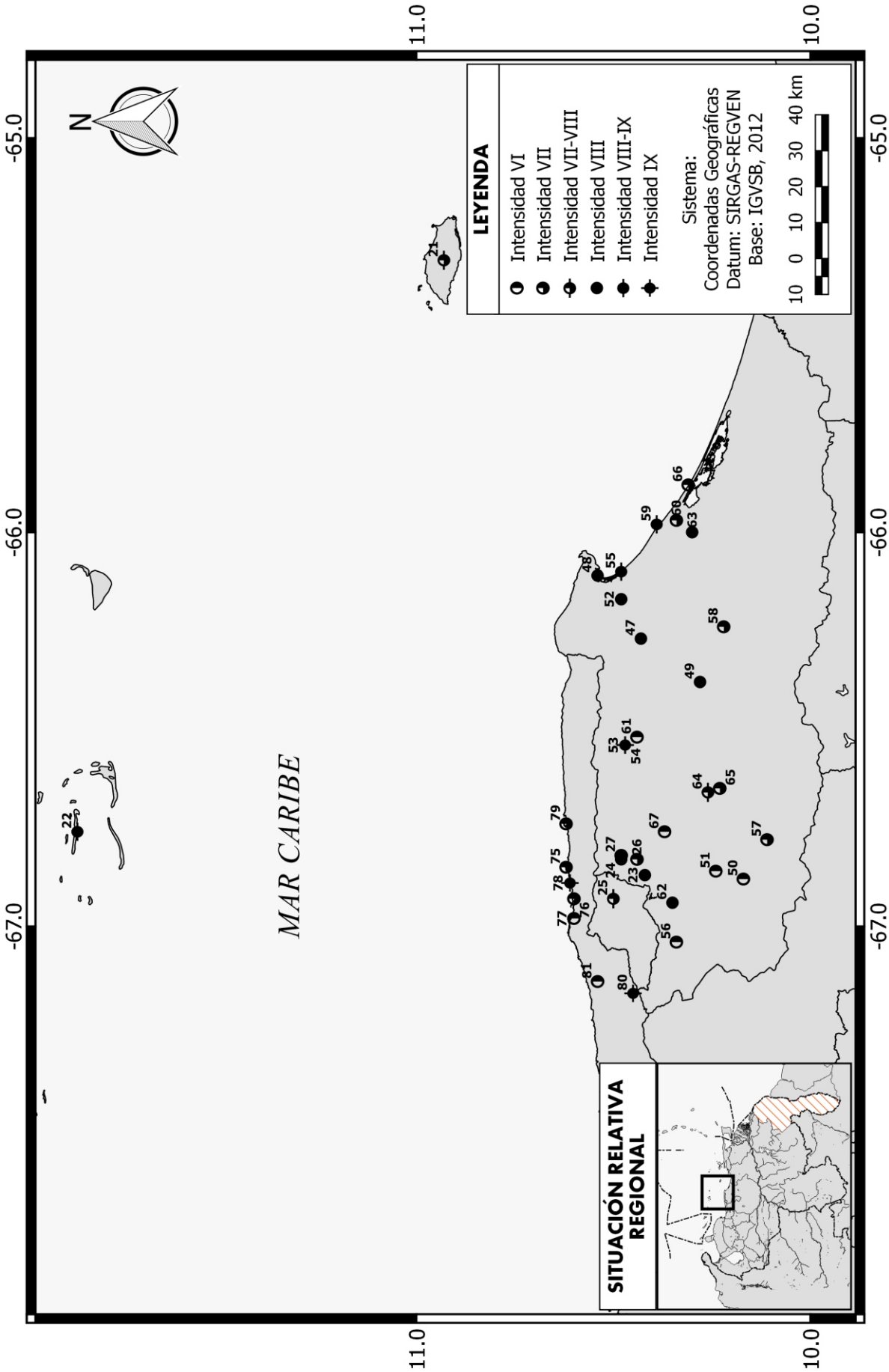


Figura 1. Puntos de intensidad para el terremoto del 29 de octubre de 1900.



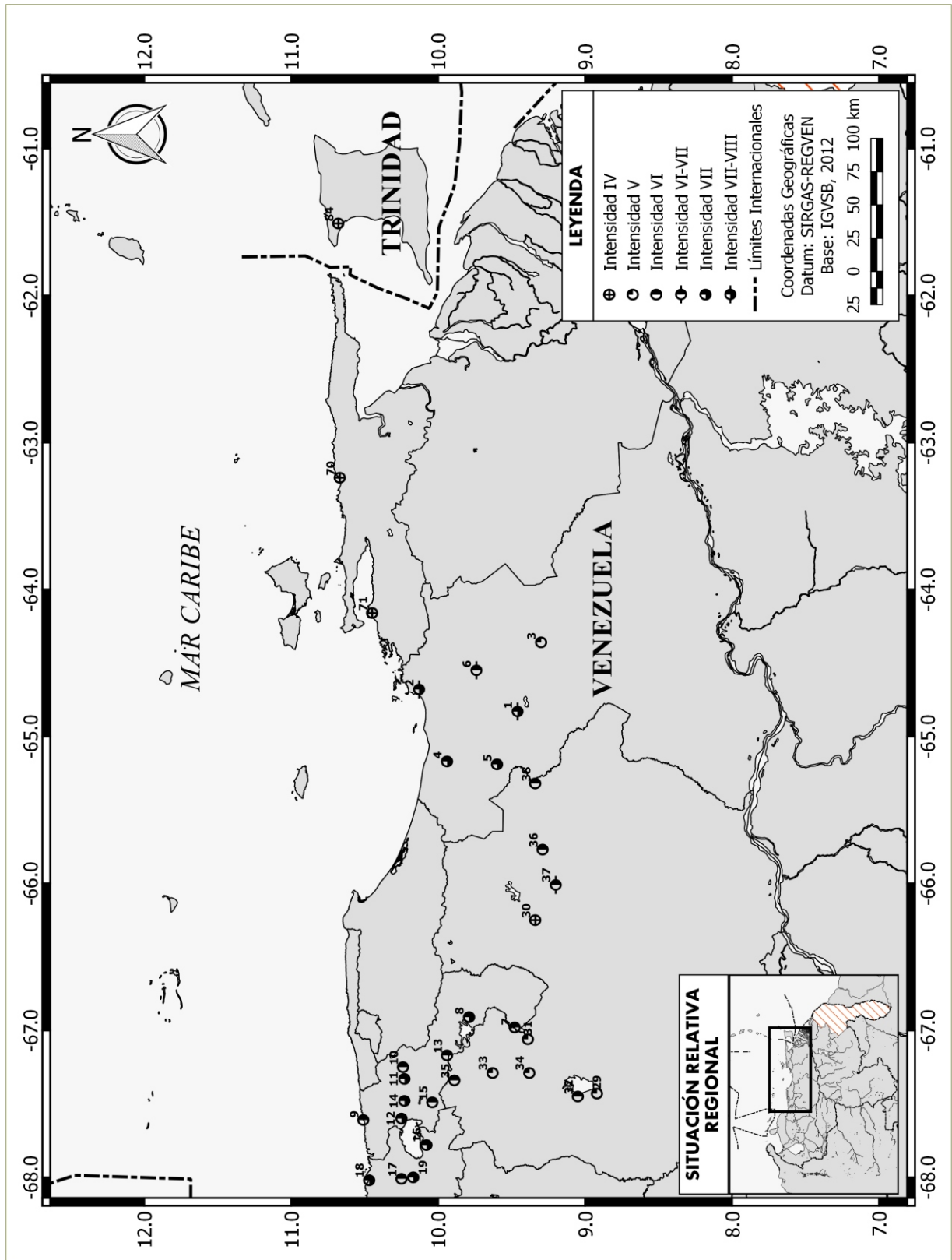


Figura 3. Puntos de intensidad para el terremoto del 29 de octubre de 1900.

Ruptura de los grandes sismos venezolanos del siglo XIX y XX revelados por la sismicidad instrumental contemporánea, ponencia presentada en el XI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, Venezuela.

Audemard, F., Leal, A. (2015). Reliability of first-hand accounts for study of past tsunami events in northeastern Venezuela (southeastern Caribbean Sea), since 1530 AD, Ponencia presentada en 6th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology, Fucino, Italy.

Audemard, F.A., Leal Guzmán, A., Palme C. (2012). Testimonios históricos de terremotos locales tsunamigénicos en el oriente venezolano, Ponencia

bean Sea), since 1530 AD, Ponencia presentada en 6th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology, Fucino, Italy.

- presentada en las VI Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica, Caracas, Venezuela.
- Audemard, F., Glimsdal, S., Leal, A. (2014). Local historical tsunamis along northeastern Venezuela, southern Caribbean: tectonic and/or mass wasting induction? First modeling results of strike-slip generation, Ponencia presentada en International workshop "Mega Earthquakes and Tsunamis in Subduction Zones - Forecasting" Approaches and Implications for Hazards Assessment, Rhodes Isl., Greece.
- Bolt, B. (1981). *Terremotos*, Barcelona: Editorial Reverté.
- Centeno Graü, M. (1969). *Estudios Sismológicos*, Caracas: Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.
- Ceresis (1985). *Catálogo de terremotos para América del Sur. Datos de hypocentros e intensidades. Venezuela*. Vol. 8, Lima: Centro Regional de Sismología para América del Sur.
- Fiedler, G. (1961). Áreas afectadas por terremotos en Venezuela, Ponencia presentada en el III Congreso Geológico Venezolano, Caracas, Venezuela.
- Fiedler, G. (1968, marzo). Estudio Sismológico de la Región de Caracas con Relación al terremoto del 29 de julio de 1967, *Boletín Técnico del IMME*, VI (23-24), 127-222.
- Fiedler, G. (1988). Preliminary evaluation of the large Caracas earthquake of October 29, 1900, In: W. LEE, H. MEYERS, K. SHIMAZAKI (Eds.), *Historical seismograms and earthquakes of the world*, San Diego: Academic Press (pp. 201-207).
- Gasparini, G., Margolies, L. (1986). *Arquitectura popular de Venezuela*, Caracas: Armitano.
- Gasparini, G., Margolies, L. (1998). *Arquitectura de tierra cruda en Venezuela*, Caracas: Armitano.
- Gasparini, G., Posani, J. P. (1998). *Caracas a través de su arquitectura*, Caracas: Armitano.
- Grases, J. (1990). *Terremotos destructores del Caribe. 1502-1990*, Montevideo: Unesco-Relacis.
- Grases, J., Altez, R., Lugo, M. (1999). *Catálogo de sismos sentidos y destructores: Venezuela, 1530/1999*, Caracas: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Facultad de Ingeniería, UCV.
- Jakubowicz, E., Larotta, J. (1974, julio-septiembre). Terremoto del 29 de octubre de 1900. *Boletín Técnico del IMME*, 11(47), 23-47.
- Leal Guzmán, A., Mastrangioli, G. (2014). Imaginario social de la sismorresistencia en la Venezuela del siglo XIX, Ponencia presentada en la Trienal de Investigación FAU 2014, Caracas, Venezuela.
- Lemmo, A. (1970). *Etnografía y fuentes históricas*, Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Lugo, M. (1984). Metodología para la reevaluación macrosísmica de sismos históricos: el caso del terremoto de Caracas del 29 de octubre de 1900, Ponencia presentada en el IV Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Barquisimeto, Venezuela.
- Michetti A. M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tatevossian, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Commerci, V., Gürpinar, A., Mccalpin, J., Mohammadioun, B., Möner, N. A., Ota, Y., Roghazin, E. (2010). *Escala Medio-ambiental de Intensidad Sísmica ESI-2007 INQUA*, Madrid: Grupo Español de Trabajo de la Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, AEQUA.
- O'loughlin, K. F., Lander, J. F. (2003). *Caribbean tsunamis. A 500 year history from 1498-1998*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Palme, C., Choy, J., Guada, C. (2009). Wilhelm Sievers y el terremoto del 29-oct-1900, reflexiones preliminares, Ponencia presentada en las V Jornadas Venezolana de Sismología Histórica, Mérida, Venezuela.
- Peraldo, G. (1993, mayo). El geólogo ante el discurso del documento histórico.- *Rev. Geol. Amer. Central*, 15, 87-91.
- Peraldo, G., Montero, W. (1999). *Sismología Histórica de América Central*, México: IPGH.
- Ríos, A. (2006). Gestar la nación: prensa y cultura en el siglo XIX, En C. Pacheco, L. Barrera Linares, B. González Stephan (Coords.), *Nación y literatura: itinerarios de la palabra escrita en la cultura venezolana*, Caracas: Fundación Bigott-Editorial Equinoccio (pp. 181-185).
- Rodríguez, J. A., Audemard, F. (2003, junio). Sobrestimaciones y limitaciones en los estudios de sismicidad histórica con base en casos venezolanos, *Revista Geográfica Venezolana*, 44(1), 47-75.
- Rodríguez, L. M., Audemard, F., Rodríguez J. A. (2006, septiembre). Casos históricos de licuación de sedimentos inducidos por sismos en Venezuela desde 1530, *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.*, 21(3), 5-33.
- Salcedo-Hurtado, E., Gómez-Capera A. A. (2013, junio). Estudio macrosísmico del terremoto del 18 de octubre de 1743 en la región central de Colombia, *Boletín de Geología*, 35(1), 109-128.
- Sievers, W. (1905, März). Das Erdbeben in Venezuela vom 29. Oktober 1900, *Geographischen Vereinigung*, 35-50.
- Singer, A., Rojas C., Lugo, M. (1983). *Inventario nacional de riesgos geológicos*, Caracas: FUNVISIS.
- Zawisza, L. (1988). *Arquitectura y obras públicas en Venezuela. Siglo XIX*, Caracas: Ediciones de la Presidencia de la República.

El comportamiento socio ambiental como factor en la inversión de los proyectos mineros en la provincia de Lucanas y Sucre, región de Ayacucho, Perú

Environmental partner behavior as a factor in the investment of mining projects at Lucanas and Sucre provinces, Ayacucho region, Peru

O comportamento sócio-ambiental como um fator no investimento de projetos de mineração na província de Lucanas e Sucre, região de Ayacucho, Peru

Jaime Alberto Huamán Montes¹

Recibido: 1-9-18; Aprobado: 23-10-18

Resumen	Abstract	Resumo
Con la finalidad de evaluar y analizar el comportamiento socio ambiental que impacta en la inversión privada en los proyectos mineros en las provincias de Sucre y Lucanas, región de Ayacucho, caso Proyecto de Exploración Minera Kimsa Orcco, se utilizó variables e indicadores válidos y confiables para determinar el comportamiento socioambiental. La empresa minera Laconia mediante el proyecto Kimsa Orcco ha determinado el compromiso sobre responsabilidad social con las comunidades directamente involucradas, rol preponderante que va de la mano del manejo adecuado del medio ambiente, que constituye una ecuación clave de compromiso: Empresa – Comunidad – Estado. Se concluye, que el comportamiento socioambiental como factor para la inversión del proyecto, influiría significativamente en el crecimiento económico de la región, local y del país, pero mientras existan comunidades, dirigentes y políticos anarquistas, con la minería, rechazarán la implementación de actividades mineras en la zona, asimismo las comunidades en su idiosincrasia de cosmovisión por el hecho que el proyecto se encuentra en torno al cerro Apu Carhuarazo, que consideran como santuario, acuerdan anular el permiso de autorización del proyecto y el retiro de la empresa de la zona, por parte del Estado, aduciendo que contaminará los recursos hídricos por encontrarse la concesión en la cabecera de cuenca.	<i>With the purpose of evaluating and analyzing the socio-environmental behavior that impacts on private investment in mining projects at Sucre and Lucanas provinces, Ayacucho region, case of Kimsa Orcco Mining Exploration Project, valid and reliable variables and indicators were used to determine the socio-environmental behavior. The Laconia mining company through the Kimsa Orcco project has determined the commitment on social responsibility with the communities directly involved, a preponderant role that goes hand in hand with the proper management of the environment, which constitutes a key commitment equation: Company - Community - State. It is concluded that the socio-environmental behavior as a factor for the investment of the project, would significantly influence the economic growth of the region, local and the country, but while there are communities, leaders and anarchist politicians, with mining, they will reject the implementation of mining activities in the zone, also the communities in their idiosyncrasy of cosmovision due to the fact that the project is around Apu Carhuarazo hill, which they consider as a sanctuary, they agree to cancel the permission of authorization of the project and and the company must leave the area, alleging that it will pollute the water resources because the concession is in the headwatershed.</i>	<i>A fim de avaliar e analisar o comportamento do sócio-ambiental impacto investimentos privados em projetos de mineração nas províncias de Lucanas, Ayacucho, caso projeto de mineração de varredura Kimsa Orcco região e Sucre foi variáveis usadas e indicadores válidos e fiáveis para determinar o comportamento social e ambiental. O projeto de Laconia Kimsa Orcco empresa de mineração determinou o compromisso de responsabilidade social para o papel das comunidades diretamente envolvidas, preponderante que vai da mão de uma boa gestão do meio ambiente, que é uma equação chave para compromisso: empresa - comunidade - Estado. Conclui-se, esse comportamento ISA como um fator para o investimento no projeto, iria influenciar significativamente o crescimento econômico da região local e do país, mas enquanto existem comunidades, líderes e política anarquista, com a mineração, comunidades rejeitar a execução das atividades de mineração na área, também a sua singularidade de cosmovisão pelo fato do que projeto é em torno de cerro Apu Carhuarazo, considerado como um santuário, concordar em cancelar a permissão de aprovação do projeto e a retirada da empresa da área, o estado, com o fundamento de que ele vai contaminar recursos hídricos encontraram a concessão nas cabeceiras da bacia.</i>

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave: Comportamiento sócio-ambiental, comportamiento socioambiental, exploración, exploração, exploration, inversión proyectos mineros, investimento de projetos de mineração, mining projects investment, socio-environmental behavior.

¹ Ing°Min°, Dr. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Correo-e: jhuamanmontes@yahoo.com.mx

Introducción

Los proyectos de explotación y exploración minera que se encuentran involucrados con las comunidades en el Perú se ha convertido en uno de los epicentros vulnerable en la industria minera, sin embargo debemos reconocer somos un país de economía minera y atractivo por muchas décadas de nuestros recursos minerales con una formación metalogénica que abarca desde el batolito de la costa, la cordillera central y el batolito de Pataz hacia cordillera oriental de la selva con minerales polimetálicos de cobre, plomo, zinc y oro, plata, por lo que continuamos siempre recibiendo los mayores flujos de inversión minera extranjera a nivel global, al igual forma de algunos países como Canadá, Australia y América Latina.

Como consecuencia, el otro aspecto que ha acompañado a los proyectos mineros son los problemas socioambientales originando los conflictos, que pueden ser considerados las áreas territoriales y los recursos hídricos: no hay minería sin el control de grandes extensiones de tierras y sin el control de recursos hídricos y otros bienes naturales, de servicios ecosistémicos, que antes de que llegue la minería han estado manejados por las poblaciones a lo largo del tiempo se ven ahora amenazados por esta actividad. La defensa de los territorios y del agua ha sido y seguirá siendo un componente central que caracteriza en la etapa de exploración y explotación de los proyectos mineros.

El trabajo del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL) (2014) con su importante mapa de conflictos mineros y el intenso intercambio de información y testimonios entre sus integrantes, ha permitido documentar e informar regularmente sobre la evolución de estos conflictos en la gran mayoría de los países de América Latina.

Fajardo Luis (2017), afirma "La

minería canadiense llegó con un discurso de minería limpia, de ayuda al desarrollo y finalmente no cumplieron la mayoría de las promesas y compromisos que siempre han pregonado", "Algunas empresas mineras canadienses se han caracterizado por los grandes y largos conflictos socioambientales con comunidades, que no han respondido a la lógica de una minería moderna responsable, sino que han terminado en estrategias de intimidación, violencia".

Como es de nuestro conocimiento cada país en sus ministerios relacionados con la minería tienen deficiencia de comunicar y consultar con las comunidades de los centros poblados sobre los proyectos mineros, si los hiciera políticamente social sería exitosa el desarrollo de la minería en el lugar y del mismo el desarrollo económica de la región, Oxfam Internacional Social Capital Group (2007), la creciente inversión minera en el Perú se debe a su potencial de los recursos minerales una gran oportunidad para promover el desarrollo sostenible de la región y del país.

Actualmente existen varios temas de agenda pendientes para el debate, especialmente vinculados a mejorar políticas públicas referidas al ordenamiento territorial, la participación ciudadana y consulta, la autoridad ambiental independiente, el desarrollo de vínculos entre el sector minero y las economías regionales y locales, la responsabilidad social empresarial, entre otros. Para que esto se produzca, se requiere de un Estado presente, con políticas redistributivas claras que beneficien al conjunto de la población y que regule la actividad extractiva, así como una sociedad civil organizada y responsable. El Estado debe cumplir un rol fundamental de asegurar las reglas institucionales, para que esto sea realidad, las sociedades civiles, la empresa y el estado cumplir un rol de vigilancia fun-

damental, sin embargo, algunas empresas, en su afán de maximizar sus ganancias, quieren pasar por alto esa necesidad en detrimento de los que no tienen poder económico, ni acceso a los medios para hacer oír su voz, ante esto, nuestra posición es que se requiere de un Estado capaz de garantizar los derechos ciudadanos estableciendo normas claras y sanciones para aquellas empresas que violan los intereses de las comunidades.

El presente trabajo de investigación del proyecto de exploración en la Provincia de Sucre y Provincia de Lucanas, concesiones que se encuentran en la zona superficial denominado Apu Carhuarazo, en su entorno social con el proyecto minero presentan que tiene influencia directa con las comunidades, Tintay, Huacaña y Querobamba (Sucre, Ayacucho), quienes han pretendido suspender temporalmente el proyecto minero, porque no existen en la zona las condiciones sociales para el desarrollo del mismo.

La evolución socio ambiental como factor determinante en la gestión de los problemas ambientales se inicia principalmente de los recursos hídrico proveniente de la cabecera de la cuenca, del Cerro Carhuarazo donde se inician los ríos Pongora y Pampas, el presente trabajo de investigación determinará el efecto y causa, que determinaron la desconformidad de algunas comunidades frente a la operatividad de la Empresa Minera Laconia, argumentado que el Apu CCarhuarazo es una cultura regional, que se encuentra en la cabecera de cuenca, que está concesionada por la empresa Andes Exploration of Perú, con capitales Australianos.

El presente trabajo de investigación consiste del análisis de los resultados del comportamiento SOCIOAMBIENTAL de las comunidades campesinas de Huacaña y Tintay de las provincias de

Sucre y Lucanas por las labores de exploración Proyecto de Exploración Kimsa Orcco – Propiedad Laconia South America S. A. C. (Laconia), en el año 2013. El área del proyecto se ubica en el distrito de Morcolla en la provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, a una altitud que varía entre los 4.050 y 5.000 m s. n. m.

El proyecto considera el desarrollo de actividades de exploración que involucran el diseño, planeamiento y ejecución de 5 (cinco) plataformas de perforación diamantina y pozas de manejo de lodos asociadas. Todas estas actividades mineras se encuentran dentro de cerro de Carhuarazo, justamente en la cabecera de las cuencas donde nacen los ríos Pampas y otros ríachuelos y las subcuenca del río Sondondo, a una altitud que varía entre los 4.300 y 5.000 m s. n. m., a aproximadamente 80 km en línea recta al sur de la ciudad de Andahuaylas y 130 km en línea recta de la ciudad de Ayacucho.

Raymundo Chirinos (2013), al hablar de los Socio ambientales en el Perú hace referencia a uno de los temas más coyunturales y complejos del país, pues se mezclan diversos conceptos de desarrollo, formas de vida (agricultura y ganadería), elementos culturales, ideas de propiedad, creencias, efectos ambientales; todo dentro de un mismo conjunto que busca ser denominado Política de Estado, Empresa, y la Sociedad, el Estado maneja un concepto de desarrollo sesgado que prima los beneficios de un desarrollo económico que debería ser generalizado.

Ortiz-T,(1997), socioambientales en minería aluden a que ciertas prácticas de uso y explotación de los recursos de la naturaleza, que al degradar los ecosistemas, pueden conducir conflictos relacionados de los diversos actores al interior de las sociedades.

Tanaka Martín, Ludwing Huber (2003), estudio realizado por los autores, determinan las reformas medio ambientales, no han logrado evitar que se multipliquen por todo el país conflictos sociales que giran en torno a la actividad minera, la inestabilidad generada por estos conflictos plantea, en efecto, serios problemas de gobernabilidad y tiene consecuencias económicas y sociales que pueden mermar seriamente la actividad minera, que tiene el potencial de generar impactos ambientales negativos, principalmente en la cantidad y calidad del agua y en los suelos, si no se realiza de manera adecuada. De hecho, a la fecha se han inventariado una gran cantidad de pasivos ocasionados por actividades mineras que fueron desarrolladas sin el correcto cuidado por el ambiente o cuando estos aspectos no estaban regulados como en la actualidad.

Huaroto. C y Vásquez A. (2015), Lima ,Perú. El problema socio ambiental pretende, entonces, hacer entender a las comunidades campesinas de la zo-

na que sus propiedades (tierras labradas y trabajadas por años), deben ser entregadas por el “bienestar común”, una idea que se aleja de un concepto de propiedad diferente al de medio de cambio. Esta supuesta relación directa con el desarrollo hace del tema minero un caso de estudio interesante, ya que en este momento la crítica hace referencia a un “desarrollo por el desarrollo”; sin embargo, el objetivo debería ser el alcance de un desarrollo comunitario que acepte y respete la cosmovisión de quienes involucra.

En el presente trabajo de investigación consiste en el análisis de la partida importante en el análisis de las comunidades involucradas en conflictos ante proyectos mineros que se encuentran en Sucre y Lucanas del Departamento de Ayacucho.

Saade Hazin Miryam – CEPAL (2013), los conflictos mineros ocurren entre el gobierno central y las autoridades locales de las municipalidades de los centros poblados, han originado por la repartición de los ingresos tributarios provenientes de las actividades mineras, dentro de marcos de federalismo fiscal.

Raymundo Chirinos (2013), al hablar de los Socio ambientales en el Perú es hacer referencia a uno de los temas más coyunturales y complejos del país, pues se mezclan diversos conceptos de desarrollo, formas de vida (agricultura y ganadería), elementos culturales, ideas de propiedad creencias, efectos ambientales; todo dentro de un mismo conjunto que busca ser denominado Política de Estado, Empresa, y la Sociedad, el Estado maneja un concepto de desarrollo sesgado que prima los beneficios de un desarrollo económico que debería ser generalizado.

Ortiz-T (1997), socioambientales en minería aluden a que ciertas prácticas de uso y explotación de los recursos de la naturaleza, que al degradar los ecosistemas, pueden conducir conflictos relacionados de los diversos actores al interior de las sociedades.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

Hernández y otros, (2006), opina que la investigación cuantitativa estudia los fenómenos desde el exterior, busca medir y cuantificar las variables a través de instrumentos válidos y confiables, y así determinar el comportamiento de las mismas, esta recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico.

Corral Yadira (2009), según el análisis y alcance de los resultados **es correlacional**. Los estudios experimentales se caracterizan por la introducción y manipulación del factor causal o de riesgo para la determinación posterior del efecto.

Según el marco en que tiene lugar la investigación

es de campo, porque los datos serán colectados en los centros poblados de la provincia de Sucre.

Diseño de investigación

El diseño es exploratorio, de acuerdo a los indicadores de la variable independiente y dependiente presentado en el proyecto, su interrelación con el actor estado, empresa y comunidades, que constituye como factor para la inversión en los proyectos mineros.

Un diseño de investigación también se refiere a un plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea. Hernández y otros (2006).

Asimismo, con el diseño se aplicó entrevista y encuestas con las comunidades de los centros poblados con cierto nivel de conocimiento y con consentimiento previo, ha sido de manera aleatoria, con las comunidades de interés en el proyecto a realizarse.

Asimismo, el análisis de las normas ambientales, su influencia, acomodaciones, que podría generar los conflictos socioambientales por la actuación entre los actores, que en adelante pueden ocurrir riesgo e incertidumbre en torno al proyecto, sus preferencias, intereses, se concentra como factor para la inversión minera en los proyectos mineros, caso proyecto Kimsa Orcoco, que permita desarrollar procedimientos, pruebas, probabilidad a llegar a una conclusión.

Población

Se tomará en cuenta que en cada centro poblado existe cierta cantidad de personas, el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones que se formula durante la encuesta y/o entrevista.

Pineda y otros (1994), definen a una población como la totalidad de individuos o elementos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible de ser estudiada.

El Ministerio de Energía y Minas

es el ente rector del sector minero y energético en el Perú, cuyo objetivo es promover el desarrollo sostenible de los centros poblados de la Provincia de Sucre respetando las normas ambientales y mineras, con tecnología limpia en la explotación de los recursos minerales en armonía con el medio ambiente, en este caso del proyecto de exploración Kimsa Orcoco.

Muestra

Una muestra como una parte de la población seleccionada a través de alguna técnica de muestreo (probabilística o no probabilística) obtenida con el propósito de estudiar alguna característica y luego extender los resultados hacia la población. El investigador, conociendo bien a la población y con buen criterio, decide que unidades de observación integrarán la muestra.

Diseño metodológico para la recolección de datos

Distrito Morcolla y sus poblados de Huacaña y Tintay y otros poblados de la provincia de Sucre y Provincia de Lucanas.

En la Dirección Regional de Minería y del Ministerio de Energía y Minas, datos bibliográfica, tesis, informes.

Resultados y discusión

Resultados

Las operaciones mineras generan una serie de servicios y obras de infraestructura, en su entorno que benefician a los pobladores de las comunidades aledañas, las mismas que en otras circunstancias tardarían años en ser atendidas. Sin embargo, es necesario que la comunidad participe de los procesos de la actividad minera y esté informada de los programas de la empresa minera para proteger el medio ambiente y su entorno con las comunidades. Es decir, debe practicarse una política de transparencia y apertura que involucre a las autoridades, líderes de opinión, instituciones representati-

vas y población en general, por lo que considero el reto de la nueva minería con objetivos y metas en el aspecto socioambiental.

La relación con las comunidades de Sucre y Lucanas con la empresa minera Laconia South América S.A. C., inicialmente para realizar sus operaciones han llegado a consensuar armoniosamente de acuerdo a la DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL, proyecto de exploración Kimsa Orcoco, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

La empresa minera Laconia mediante el proyecto Kimsa Orcoco ha determinado el compromiso sobre responsabilidad social con las comunidades directamente involucradas, rol preponderante que va de la mano del manejo adecuado del medio ambiente, que constituye una ecuación clave de compromiso: Empresa – Comunidad – Estado.

Las comunidades como parte de la responsabilidad social con la empresa tienen una relación horizontal de responsabilidades compartidas, debemos pensar este vínculo como algo que debe generar ética y valores más allá de la vida misma de la operación minera.

En el cumplimiento de la Declaración Impacto Ambiental - DIA la Empresa Minera Laconia sobre el proyecto exploración Kimsa Orcoco, se realizaron dos talleres participativos, uno por cada comunidad campesina involucrada en el ámbito del proyecto: Comunidad campesina de Huacaña. Realizado el día 14 de diciembre del 2013.

Comunidad campesina de Tintay. Realizado el día 09 de enero del 2014.

En las concesiones involucradas en el presente proyecto no se evidencian actividades de exploración anteriores a las realizadas por Laconia, las cuales se han limitado a la fecha principalmente a reconocimientos que incluyeron mapeo y muestreo de rocas y sedimentos. Si bien en la zona

no se observaron evidencias de campañas de exploración anteriores (i.e. plataformas y pozas de manejo de lodos, etc), sí se encontró un sistema de vías de acceso que conecta a los diferentes sectores del proyecto y sus inmediaciones.

Discusión

En los talleres estuvieron dirigidos a las poblaciones de las comunidades campesinas mencionadas, con la presencia de las autoridades político-administrativas de diferentes grupos de interés, así como a cualquier público interesado en informarse y participar en el desarrollo del mismo, que se permitió a las discusiones sobre dicho proyecto de exploración.

A consecuencia de los talleres recibidos, los comuneros de Morcolla, Tintay, Huacaña y Querobamba sobre el proyecto de exploración Kimsa Orcco realizado por la Empresa Minera Laconia South America, con capitales australianos, que se ubica en el distrito de Morcolla con influencia directa con zona superficial el cerro denominado Apu Ccarhuaraso, por tanto han acordado suspender esta actividad minera argumentando que contaminará a las cabeceras de cuenca donde se forma los ríos Pampas, Chichay y Sondondo produciendo problemas socioambientales.

Los impactos negativos referente a la contaminación de los recursos hídricos y la parte superficial se formulan los problemas de carácter social, económico, técnico, y político, constituyendo intereses entre los actores: empresa, comunidades y el Estado; que son responsables en el desarrollo de la minería, conociendo que la minería es un factor importante para la economía del país, y de la misma forma en el desarrollo económico de los centros poblados involucrados con el proyecto de exploración Kimsa Orcco.

El presente trabajo de investigación es evaluar el comportamiento socio ambiental de estas comunidades de Santa María Magdalena de Tintay, Morcolla, Huacaña, Otopa y otras comunidades de alto andino como factor para la inversión de los proyectos mineros que se encuentran en la provincia de Sucre y Lucanas, el tema central es el problema socio-ambiental que influye significativamente como factor en la inversión del proyecto minero Kimsa Orcco. Proyecto aprobado por el Ministerio de Energía y Minas aprobados dentro de los marcos legales para realizar las actividades mineras. El aspecto Socioambiental sustentable dentro de los indicadores de normas ambientales es un factor para la inversión de los proyectos de exploración y de expansión minera que influirá significativamente en el crecimiento económico de la región, local y del país, mientras existan comunidades, dirigentes en estos lugares, alegan y rechazan de implementar actividades mineras, con opiniones de carácter político, anarquistas, de cos-

movisión por el cerro Apu Carhuarazo, aduciendo que contaminará los recursos hídricos por encontrarse la concesión minera en cabecera de cuenca, acuerdan suspender el desarrollo del proyecto de exploración Kimsa Orcco, a la Empresa Minera Laconia Australiana. Conclusión, el proyecto no va.

Agradecimientos

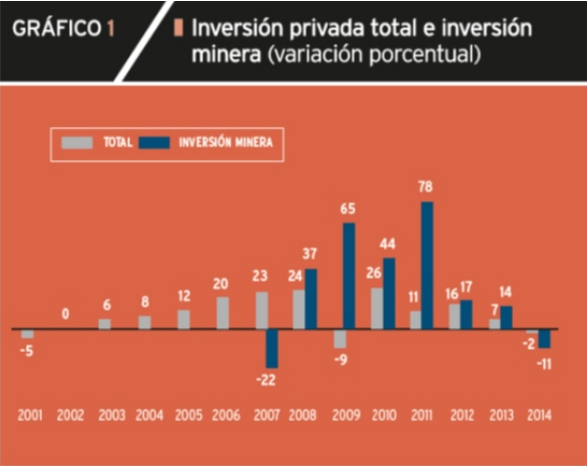
El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado gracias a la colaboración de las comunidades de Morcolla y Tintay y de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil.

Referencias

- Corral Yadira (2009). *Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos*. Estudios de Postgrado. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales Maestría en Administración de Empresas, Mención Mercadeo. MSc. Educación Superior. Profesora, Mención Matemática. UPEL-Caracas
- Fajardo, Luis (2017). *Los conflictos y controversias de la minería de Canadá en América Latina (que van en contra de su imagen progresista)*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Batista Lucio, P. (2006). *Metodología de investigación*.
- Huaroto de la Cruz, César de la Cruz y Arturo L. Vásquez Cordano, (2015). Los conflictos socio ambientales y el valor de las acciones de las grandes empresas mineras en el Perú. Lima – Perú.
- OCMAL. Observatorio de conflictos Mineros de América Latina (2014). *Conflictos mineros en América Latina: Extracción, Seguro, y Agresión*. www.cpalsocial.org/documentos/185.pdf
- Oxfam Internacional Social Capital Grup (2007). Responsabilidad Social Empresarial en el sector minero en el Perú.
- Pineda E., Alvarado Eva, Canales Francisca (1994). *Metodología de la investigación*. Segunda edición. Edición Washinton.
- Raymundo Chirinos (2002). *Conflicto Social en la Inversión Minera en el Perú*
- Tanaka M. y Huber L. – IEP, Bruno Revesz y Diez A. – CIPCA, Xavier Ricard y José de Echave – CBC Durante (2012). *Minería y Conflicto Social, Economía y Sociedad*.
- Saade Hazin M (2013). *Desarrollo minero, conflictos socio ambientales, los casos de Colombia, México y el Perú*. CEPAL

Anexos

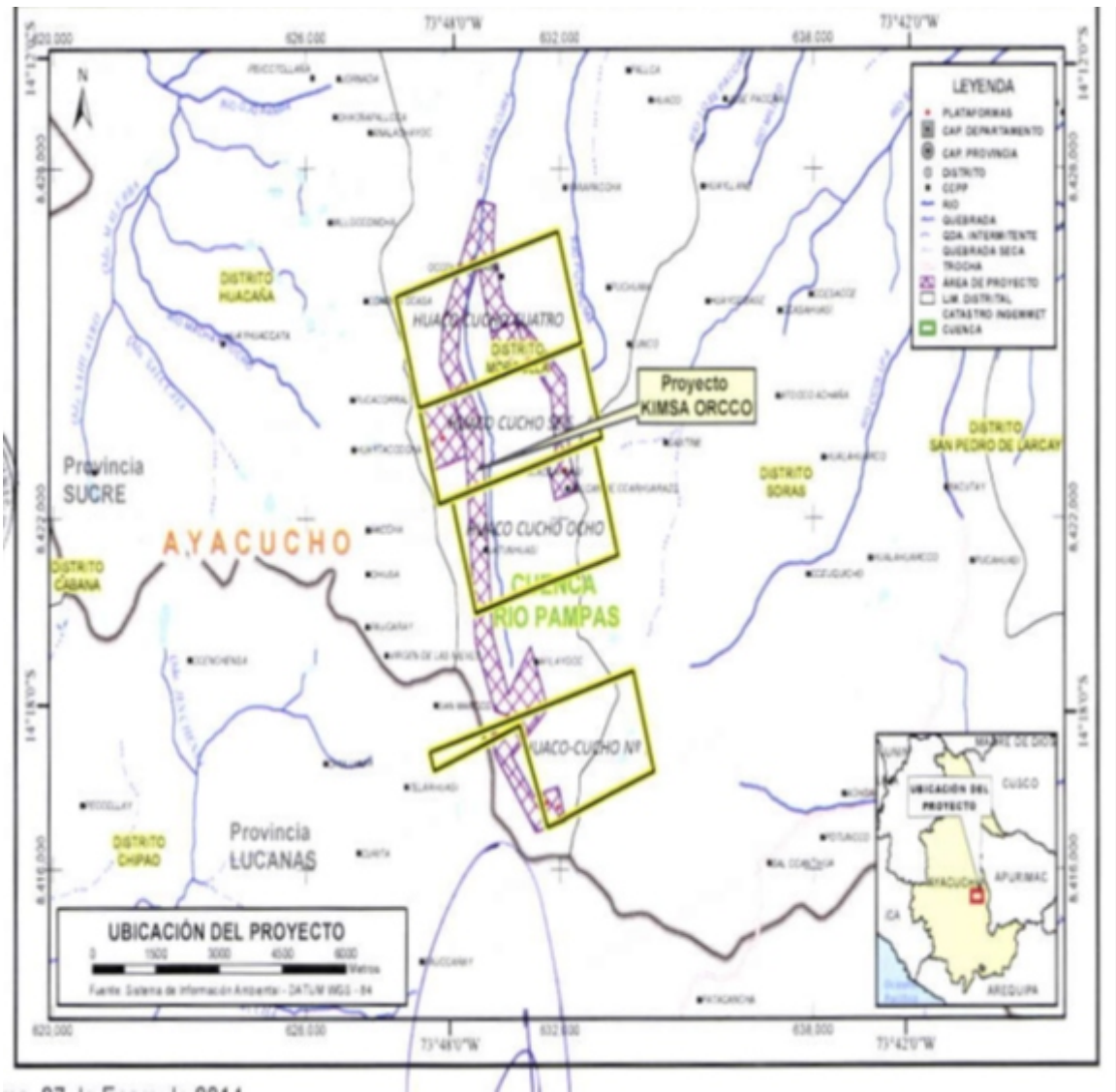
Inversión privada total e inversión minera



Conflictos sociales



Proyecto de exploración Kimsa Orcco en las concesiones mineras.



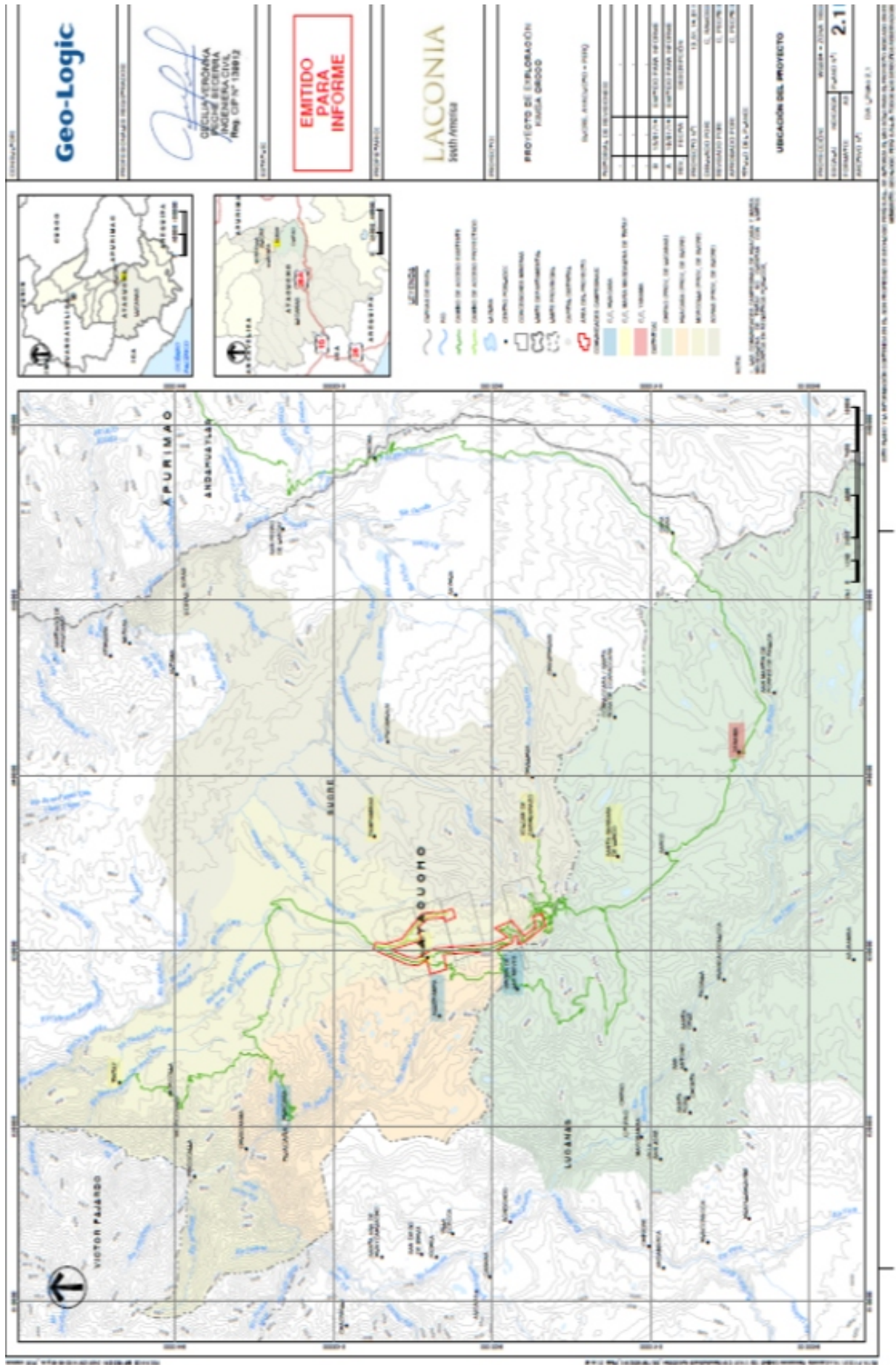
Fuente: DIA, 2013

Cerro Apu Carhuarazo



Comunidades en protesta contra el proyecto de exploración Kimsa Orcco.





Modelado gravimétrico-magnético de la región Farriar-Morón, Venezuela

Geophysical modeling of Farriar-Moron region at Yaracuy and Carabobo states, Venezuela

Modelagem Gravimétrico-magnético da região Farriar-Moron, Venezuela

Ignacio Mederos¹ Inírida Rodríguez²

Recibido: 14-9-18; Aprobado: 22-10-18

Resumen	Abstract	Resumo
Se interpretaron datos gravimétricos y magnéticos de un área comprendida entre los paralelos 10° N-10°40' N y los meridianos 69°O-68°O, con el propósito de modelar el comportamiento estructural de la región Farriar-Morón, observando ubicación y afectación del modelo por los cuerpos ofiolíticos presentes al oeste de Puerto Cabello. De la integración de la información se generaron mapas gravimétricos-magnéticos, estimándose las profundidades de tres niveles (fuentes anómalas medias, Moho e interface corteza-manto) por el método de análisis espectral y tres perfiles modelados, que se delinearon pasando sobre los cuerpos de interés en el estudio e ilustran la geometría y comportamiento de las estructuras a lo largo del campo, mostrando elementos estructurales importantes como los son las intrusiones de Peña de Mora y Las Napas de los cinturones presentes, las cuales dominaron desde el Paleógeno la sedimentación y deformación de la región norte; por último, la presencia de rocas ultramáficas emplazadas en el sistema de falla Morón-Boconó son de gran importancia en la investigación debido a la variación que le introduce al modelo la presencia de las misma y su vinculación con la depresión protocaribe, surgida en el Jurásico medio.	<i>Gravimetric and magnetic data were interpreted from an area between the parallels 10°N-10°40'N and the meridians 69°W-68°W, with the purpose of modeling the structural behavior of Farriar-Moron region, observing the location and affectation of the model by the ophiolite bodies present at the west of Puerto Cabello. From the integration of the information, gravimetric and magnetic maps were generated, estimating the depths of three levels (mean anomalous sources, Moho and cortex-mantle interface) by the method of spectral analysis and three profiles modeled, that were delineated passing on the bodies of interest in the study and illustrate the geometry and behavior of the structures throughout the field, showing important structural elements such as Peña de Mora and Las Napas intrusions of the belts in situ, which dominated the sedimentation and deformation of the northern region from the Paleogene, finally, the presence of ultramafic rocks located in Moron-Bocono fault system is very important in the investigation due to the variation that introduces to the model, the presence of themselves and its connection with protocaribe depression, which emerged in the Middle Jurassic.</i>	Dados gravimétricos e magnéticos de uma área entre o paralelo 10 ° N - 10 ° 40 ' n e o meridiano 69 ° O - 68 ° ou, para fins de modelagem do comportamento estrutural da região Farriar-Moron, observando a localização e a participação do modelo tem sido interpretada por corpos ofiolíticos apresentar para o oeste de Puerto Cabello. A integração das informações geradas mapas gravimétricos-magnéticos, estimando as profundezas dos três níveis (médias fontes anômalas, ferrugem e interface crosta-manto) pelo método de análise espectral e três perfis modelados, que delineou passando sobre os corpos de interesse no estudo e ilustrar a geometria e o comportamento das estruturas ao longo do campo, exibindo elementos estruturais importantes tais como intrusões de Peña de Mora e as camadas destes cintos, a que dominava da sedimentação Paleógeno e deformação na região norte; finalmente, a presença de rochas ultramáficas no sistema de falhas de Morón-Boconó são de grande importância na investigação devido à variação que introduz você para modelar a presença do mesmo e sua relação com a depressão protocaribe, surgiram no Jurássico Médio.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave: *Análise espectral, análisis espectral, Bocono and Moron faults, corpos ofiolíticos, cuerpos ofiolíticos, falhas de Boconó e Moron, fallas de Boconó y Morón, Graben de Yaracuy, Graven de Yaracuy, Graben Yaracuy, gravimetria, magnetometria, gravimetria, gravimetric, magnetometria, magnetometric, ophiolite bodies, spectral analysis.*

¹ Ing° Geof°, Esp. Universidad Central de Venezuela (UCV), Correo-e: ignacio.mederos@ucv.ve

² Ing° Geof°, PhD. UCV. Correo-e: iniromil@gmail.com

Introducción

Los estudios de evolución tectónica y geodinámica regional comprenden grandes extensiones geográficas que involucran una gran variedad de estructuras y cuerpos de rocas con edades, geometrías y reologías diferentes; dentro del área se encuentran fisiografías contrastantes, las cuales presentan variaciones en su topografía desde la cadena montañosa de la cordillera de la Costa hasta la depresión tectónica del lago de Valencia, por lo que se establecen métodos que permitan analizar dichas extensiones con alto nivel de resolución de las variables laterales y verticales de los cuerpos rocosos sobre el área a considerar con bajo costo durante la adquisición. La gravimetría es un método simple de adquirir y procesar, por ende, sus costos son muy bajos, lo que transforma esta herramienta en ideal para estudios a escala regional de alta resolución. Por otra parte, la magnetometría es una herramienta igual de simple que la gravimetría en cuanto a la adquisición y procesamiento, logrando tener dos herramientas que permitan caracterizar los cuerpos presentes, mediante el análisis de los contrastes de densidades y de susceptibilidades magnéticas, respectivamente, obteniendo como resultado que los mapas de Anomalía de Bouguer y Anomalía Magnética permitieron ubicar el posible límite entre las diferentes litosferas, haciendo posible desarrollar explora-

ciones de alta calidad sobre grandes áreas con propósitos de evaluación tectónica de cuencas.

En consecuencia, el propósito de esta investigación es analizar de manera cualitativa las anomalías presentes en los datos gravimétricos y magnéticos sobre la región con el fin de generar un modelo geológico-estructural de la configuración geométrica de los cuerpos de rocas presentes y distinguir los cuerpos ofiolíticos (Bellizzia et al. 1972; Hess, 1938 y 1960; Graterol, 1972), las cuales generan marcadas variaciones laterales de densidad, afectando el campo gravitatorio local, con el fin de dilucidar el comportamiento tectónico y la deformación de la corteza continental en la zona de estudio.

Características tectónicas

Descripción litológica de la secuencia estratigráfica

Las montañas del centro norte de Venezuela geográficamente pueden ser subdivididas en tres grandes regiones, como las Serranías del Litoral y del Interior en la parte central, y las montañas de Aroa - Bobare - Yumare, que se encuentran al oeste del gran valle de San Felipe - Yaritagua, a su vez controlado por la falla de Boconó (Figura 1). Cada una de estas regiones consta de distintos terrenos geológicos, que fueron configurados anteriormente y acrecionados al norte de la Placa Suramericana (Urbani, 2014).

Urbani y Rodríguez (2004) subdividen la región en un gran número de unidades descritas según diversas napas, las mismas se dividen en dos grandes bloques, las napas de la Serranía del Litoral y las napas de la Serranía del Interior, dividiendo de esta forma al sistema montañoso del Caribe en cuatro fajas tectónicas (Cordillera de la Costa, Caucaqua-El Tinaco, Loma de Hierro y Villa de Cura). La faja tectónica de la Cordillera de la Costa (Serranía Litoral) se puede interpretar como un gran anticlinorio truncado por la falla de Boconó y la falla de la Victoria, permitiendo el afloramiento de rocas graníticas en el sector de edad Jurásico-Cretácico. Por arriba del mismo se encuentran las rocas meta-sedimentarias de La Napa Caracas (Esquistos de Las Brisas, Mármol de Antimano, Augengneis de Peña de Mora, Esquistos de Las Mercedes y Esquistos de Tacagua), dentro de la cual existen diversos cuerpos de rocas máficas y ultramáficas (Ostos, 1990). Y por encima de ellos de edades Eoceno-Mioceno la Formación Urama (Eoceno tardío) conformada por lutitas oscuras, calizas macizas, areniscas y sedimento, marinos de cuencas pre-orogénicas y la Formación Maporita (Mioceno-Pleistoceno) conformada por conglomerados, areniscas, limolitas, lutitas y margas, encontrándose infrayacente a la Formación Nirgua. La faja tectónica de la Serranía del Interior se compone de las napas

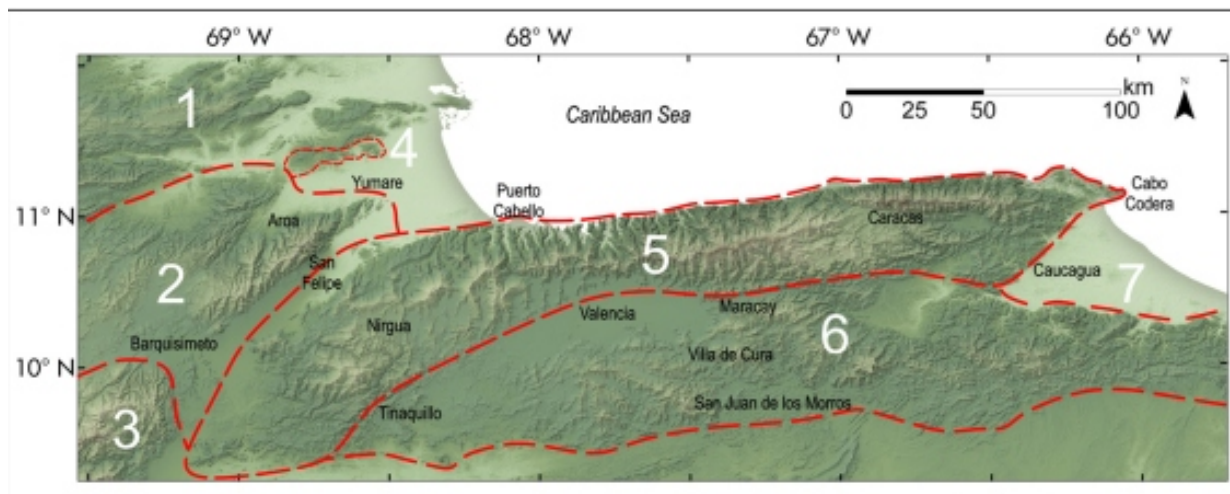


Figura 1. Subdivisión geográfica del norte de Venezuela utilizada en este trabajo. 1: Falcón. 2: Serranías de Bobare y Aroa. 3: Parte noreste de los Andes de Mérida con rocas de dominio Caribe. 4: Macizos de Yumare. 5: Serranía del Litoral. 6: Serranía del Interior. 7: Barlovento. Tomado de Garrity et al. (2009).

Caucagua-El Tinaco, la misma presenta afloramientos aislados de basamento cubiertos por sedimentos volcánicos metamorfizados del Cretácico, ella está limitada al norte por la falla de La Victoria y al sur por la falla de Santa Rosa e internamente se observan varios corrimientos. Es una estructura anticlinal como la cordillera de la Costa con rumbo este-oeste con un grado de inclinación suroeste-noreste, encontrando en él grandes bloques alóctonos provenientes del grupo Caracas con grandes heterogeneidades tanto estratigráficas como tectónicamente, reconociendo una asociación litológica formada por gneises horbléndicos correspondientes al Gneiss de Yaritagua y el complejo San Julián y las Filitas de Tucutunemo, ambos del Paleozoico (González, 1980). Y la faja de Loma de Hierro, constituida por rocas del Cretácico Superior, se encuentra limitada al norte por la Falla de Santa Rosa y al sur, por los corrimientos (corrimiento de Manrique) de estratificación de Agua Fría (Bellizzia, 2008), conformada por rocas máficas y ultramáficas en la cordillera de la Costa (Ostos, 1990). En la tabla 1 se observa la subdivisión de la Cordillera de la Costa y características ígneometamórficas de las unidades geológicas de la región, tomado de Urbani (2014).

Rocas Ultramáficas

Las peridotitas, serpentinitas y complejos ofiolíticos son comunes en el área del Caribe. Debido a que estos cuerpos ultramáficos se presentan en las zonas causados por el sistema de fallas activas deformantes permitiendo que alcancen su ubicación actual, siendo intrusionados dentro de los paquetes sedimentarios o como intrusiones de corteza oceánica por mecanismos de subducción y obducción de las placas. (Hess, 1938; Bellizzia, 2008).

El complejo Ofiolítico que se encuentra en las napas se compone de peridotitas serpentinizadas y gabros asociados a basaltos. La serpentización es más intensa hacia los bordes de los bloques; su borde norte está formado por rocas intermedias entre peridotitas y gabros (troctolita y gabro olivinífero) producto de las alteraciones del gabro. El aspecto general de estas rocas es uniforme, con pequeñas variaciones en la zona septentrional, en donde las rocas son más complejas, entre peridotitas y troctolitas (Graterol, 1972). El gabro tiende a aflorar formando diques dentro de la peridotita hacia los bordes norte y de las troctolitas en forma masiva en los bordes sur. (Graterol, 1972). Según Beck (1986) el contacto septentrional entre el cuerpo de rocas ultramáficas con la filita de Tucutunemo es tanto de fallas de ángulo alto, como de corrimiento, mientras que el contacto meridional con el cuerpo de gabros masivos es estratigráfico. La asociación de rocas ultramáficas y gabroides con su cobertura sedimentaria y volcánica son interpretadas con edad Cretácica.

Geología Estructural

La Placa del Caribe se desplaza paralela a la placa Suramericana con dirección este, mostrando una deformación activa como consecuencia de la colisión

con dicha Placa (Audemard, 2001), siendo la causante de la formación del sistema montañoso Caribe. Según (Bellizzia, 1986) la Placa Caribe se encuentra limitada por márgenes activos, el límite sur se ubica desde la costa de Centro América hasta las Antillas Menores y está limitado por una zona de 100 a 200 km de extensión, paralelo a la costa de Venezuela; de igual forma, Pindell y Barret (1990) describen que este límite comprende una zona compleja de corrimientos, movimiento transcurrente y de apertura, mientras que Schubert (1980), describió el sistema de fallamientos en la formación de la cuenca a lo largo de las fallas de Boconó-Morón y El Pilar.

La estructura de la Cordillera de la Costa presenta una gran complejidad y a su vez hay poca información geofísica, paleontológica (Ostos, 1985). Entre las estructuras presentes en el área de estudio se encuentra el Graben de Yaracuy, que tiene una edad Terciario Temprano-Cuaternario desarrollada entre las fallas de Boconó y Morón. La fosa se encuentra enmarcada entre la Serranía de Aroa al norte y la Serranía de Santa María al sur (Schubert, 1980). El mismo tiene una longitud de 42 km, aproximadamente, y un desplazamiento lateral dextral durante la generación de la cuenca que podría estar comprendido entre los 6 y 16 km. En cuanto a las fallas principales de la región se encuentra la falla de Morón que constituye el extremo más occidental del sistema de fallas E-O que discurre por el norte de Venezuela. Schubert (1980) considera que este segmento de la falla es activo y empalma directamente con la zona de fallas que constituye el límite de placa. La falla de mayor importancia (falla de Boconó) se extiende a lo largo de 600 km, cubriendo una extensión de 100 km de los Andes Venezolanos. Está conformada por una serie de fallas subparalelas rumbo deslizante dextrales de orientación noreste, prolongándose hasta el este de Morón y a lo largo de la costa del Mar Caribe.

Y por último, de las más significativas en la investigación, es el corrimiento de Manrique que es el contacto norte de la faja tectónica Caucaagua-El Tinaco contra los Esquistos de las Mercedes. Su particularidad es el emplazamiento sobre ella de cuerpos ultramáficos altamente serpentinizados a lo largo de la falla (Ostos, 1990).

Estudios de espesor y profundidad de corteza

El sistema montañoso del Caribe se caracteriza por una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas metamorfizadas del Mesozoico, con un metamorfismo al norte de anfibolitas y al sur, de esquistos verdes y azules, con presencia de rocas intrusivas ácidas (granitos) y rocas intrusivas básicas (complejos ultramáficos), presentando una corteza continental granítica de 30 km de espesor, con un sistema de fallamientos de transcurrencia dextral en la parte norte (Bellizzia, 2008). En los modelos gravimétrico-magnéticos de Bosch y Rodríguez (1992) al norte de Venezuela, analizaron las variaciones de espesor cortical, en donde obtuvieron profundidades de Moho desde 38 km por debajo del continente suramericano hasta 14 km bajo el mar Caribe. En otros estudios, co-

Tabla 1. Subdivisión de la Cordillera de la Costa y característica ígneometamórfico de las unidades geológicas.

Cinturones Menéndez (1966)	Cinturones y terrenos Urbani (2014)	Unidades geológicas Igneo-Metamórficas	Litología	Edades
Cordillera de la Costa	Costero	Tacagua	Material orgánico rico en sedimentos pelágicos con intercalaciones de elementos volcánicos	Jurásico-Cretácico
		Carayaca	Complejo de subducción intraoceánico	Mesozoico
	Ávila	Ávila	Sedimentos siliciclásticos, depositados en basamento granitoide con intrusiones máficas	Neoproterozoico, con intrusiones Paleozoicas
		Nirgua	Esquistos cuarzosos, anfibolitas, mármol masivos y carbonatos	Paleozoico-Jurásico
	Caracas	Agua Blanca	Sedimentos Carbonáticos, pelíticos y psamíticos	Cretácico temprano
		Las Mercedes	Esquistos calcáreos	Cretácico tardío
		Las Brisas	Basamento granítico, sedimentos psamíticos	Jurásico tardío
	Caucagua-El Tinaco	El Tinaco-Tucutunemo Tacagua (Caucagua)	Alternancias de capas máficas (gneiss-cuarzo-abfibolitas-oligoclásticas) o félsicas (cuarzo plagioclásticas) y Filitas carbonáceas arenosas	Paleozoico tardío
Paracotos	Loma de Hierro	Paracotos	Depósitos turbidíticos con olistolitos	Cretácico tardío-Paleoceno
		Loma de Hierro	Rocas de litosfera oceánica con cobertura sedimentaria	Jurásico a Eoceno temprano
Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Rocas volcanoclásticas incorporando complejos de subducción oceánica	Cretácico temprano
		San Sebastián	Arcos de islas oceánicas	Cretácico temprano

mo el de Rodríguez y Sousa (2003), generaron un modelo geofísico-estructural; en la sección del cabo San Román-Barquisimeto, estados Falcón y Lara, en base al análisis combinado de datos gravimétrico-magnéticos del noroccidente de Venezuela, cuyo resultado es proponer un adelgazamiento cortical al norte de la región.

Posterior a ellos, Quintero (2007) realizó estudios del espesor de la corteza y caracterización de sus posibles discontinuidades en la región noroccidental de Venezuela (Figura 2), a partir del análisis de funciones receptoras, obteniendo como resultado profundidades del manto que van desde 27 km al norte y máximas de 35 a 37 km al sur, en concordancia con el adelgazamiento cortical descrito por Rodríguez y Sousa (2003).

Gómez (2008), describe dos sectores con magneti-

zación máxima: una por rocas magnéticas en el graben de Yaracuy y otras al noreste que corresponde a cuerpos ultramáficos. En el mismo año, Schmitz et al. (2008) elaboraron un mapa de espesor cortical de profundidades (Figura 3) del norte de Venezuela mediante sísmica de reflexión, el cual coincide con lo planteado por los estudios previos.

Ughi (2014) utilizó una base de datos de gravedad satelital del norte de Venezuela para inferir la estructura cortical en la zona centro norte de Venezuela mediante el análisis de flexión de placas. El estudio gravimétrico y de flexión de placas llevado a cabo sobre esta región demuestra que la corteza transicional representa un bloque cortical con características distintivas que lo diferencian de la corteza propiamente oceánica, ubicada al norte, y de la corteza continental, ubicada al sur, por lo que propuso que las varia-

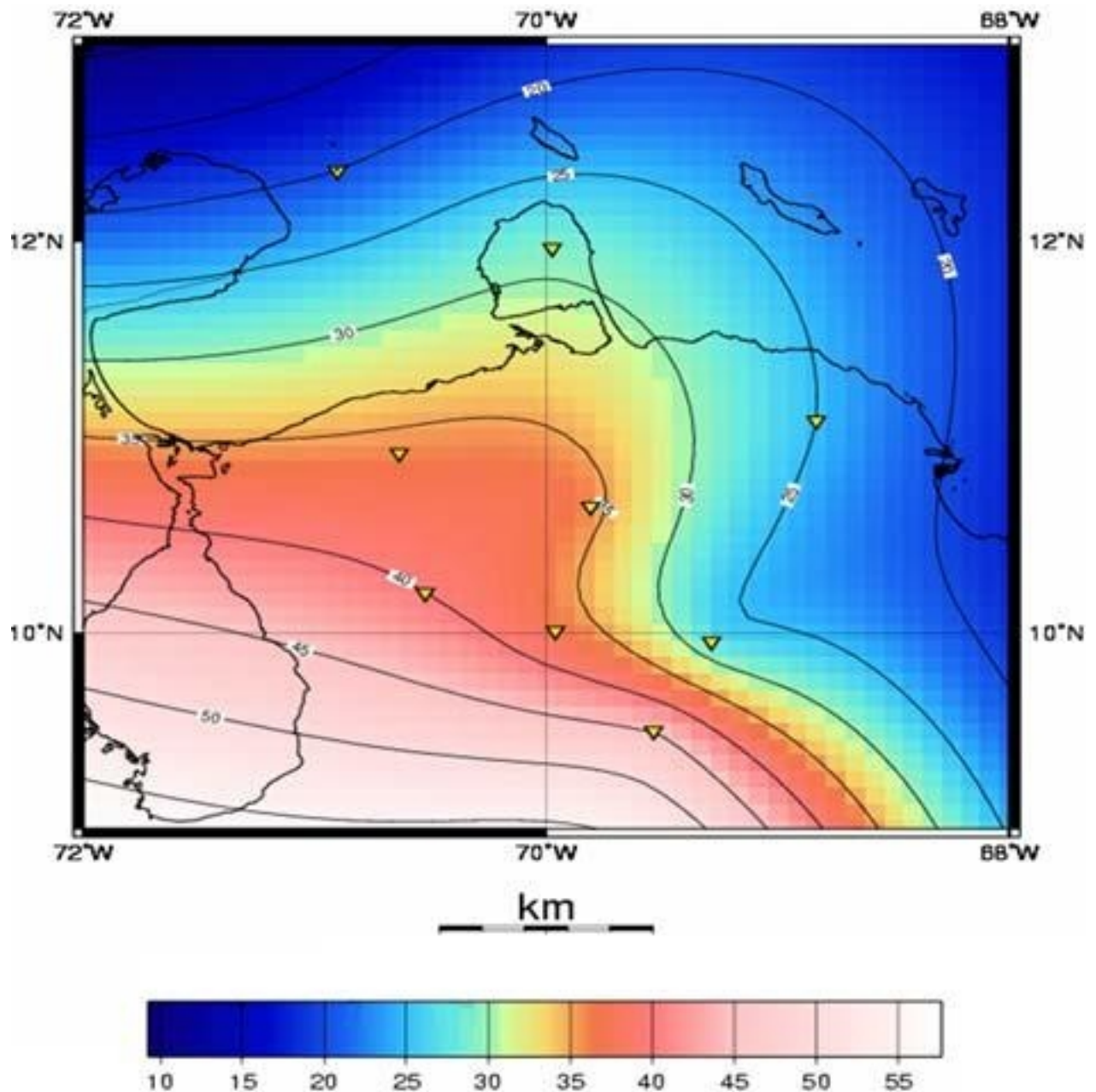


Figura 2. Mapa de profundidad de Mohorovic, tomado de Quintero (2007).

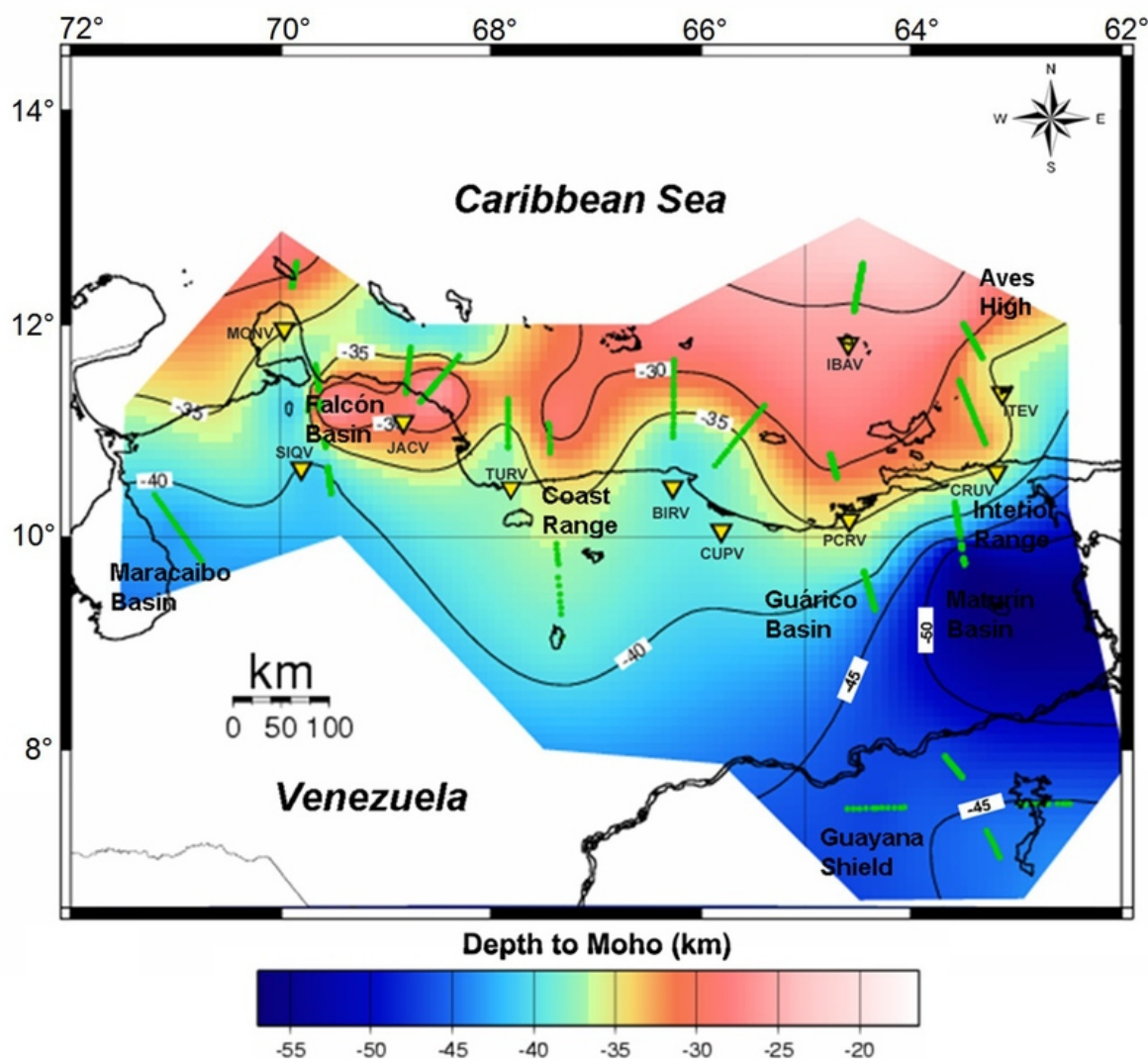


Figura 3. Mapa de espesores corticales que incluye las interpretaciones de los datos de sísmica de refracción profunda de los proyectos Bolívar, geodinos, colm, mar y tierra, Ecco y Ecoguy (Schmitz et al., 2008).

ciones en el espesor elástico implican que la corteza continental está relajando elásticamente esfuerzos aplicados cuando la placa tenía una edad entre el Cretácico Superior y el Paleoceno temprano, mientras que la corteza transicional está relajando elásticamente esfuerzos aplicados entre el Eoceno tardío y Oligoceno temprano.

Método

Los datos gravimétricos y magnéticos utilizados para esta investigación fueron tomados de la Red Gravimétrica Nacional (RGN) y otro grupo fue adquirido en la investigación. La ventana de estudio está comprendida entre las coordenadas 69° oeste a 68° oeste y 10° norte a 10°40' norte y consiste en una

mall rectangularmente espaciada de 658 datos gravimétricos de la RGN y 79 datos gravimétricos adquiridos en el campo, para conformar un total de 737 estaciones gravimétricas ordinarias (Figura 4). Inicialmente se realizó un control instrumental mediante el estudio de la deriva del gravímetro (Figura 5), que consiste en tomar mediciones de gravedad en la misma ubicación a lo largo del día, cada 5 min, para poder establecer el periodo de tiempo corroborado gráficamente con la relación gravedad contra el tiempo y así establecer circuitos de medición.

En el proceso de adquisición de los datos se llevó a cabo primeramente el levantamiento de estaciones base debido a la gran extensión

del terreno y de contar con solo una estación base de la red gravimétrica nacional levantado por los Ingenieros Gomes y Sandoval (2008), ubicado en las afueras del aeropuerto Néstor Arias de San Felipe, estado Yaracuy, cuyo BM se denominó "BMSF1", el cual posee cota y gravedad absoluta establecida por la Red Gravimétrica Nacional (RGN).

El levantamiento de la estación base se realizó mediante circuitos cerrados de triple repetición, entre la estación base BMSF1 y la nueva estación base BMMO1. Cada circuito consistió en una secuencia de apertura y cierre de la siguiente manera BMSF1-BMMO1-BMSF1. En la tabla 2 se muestra los valores cota, y gravedad absoluta de la es-

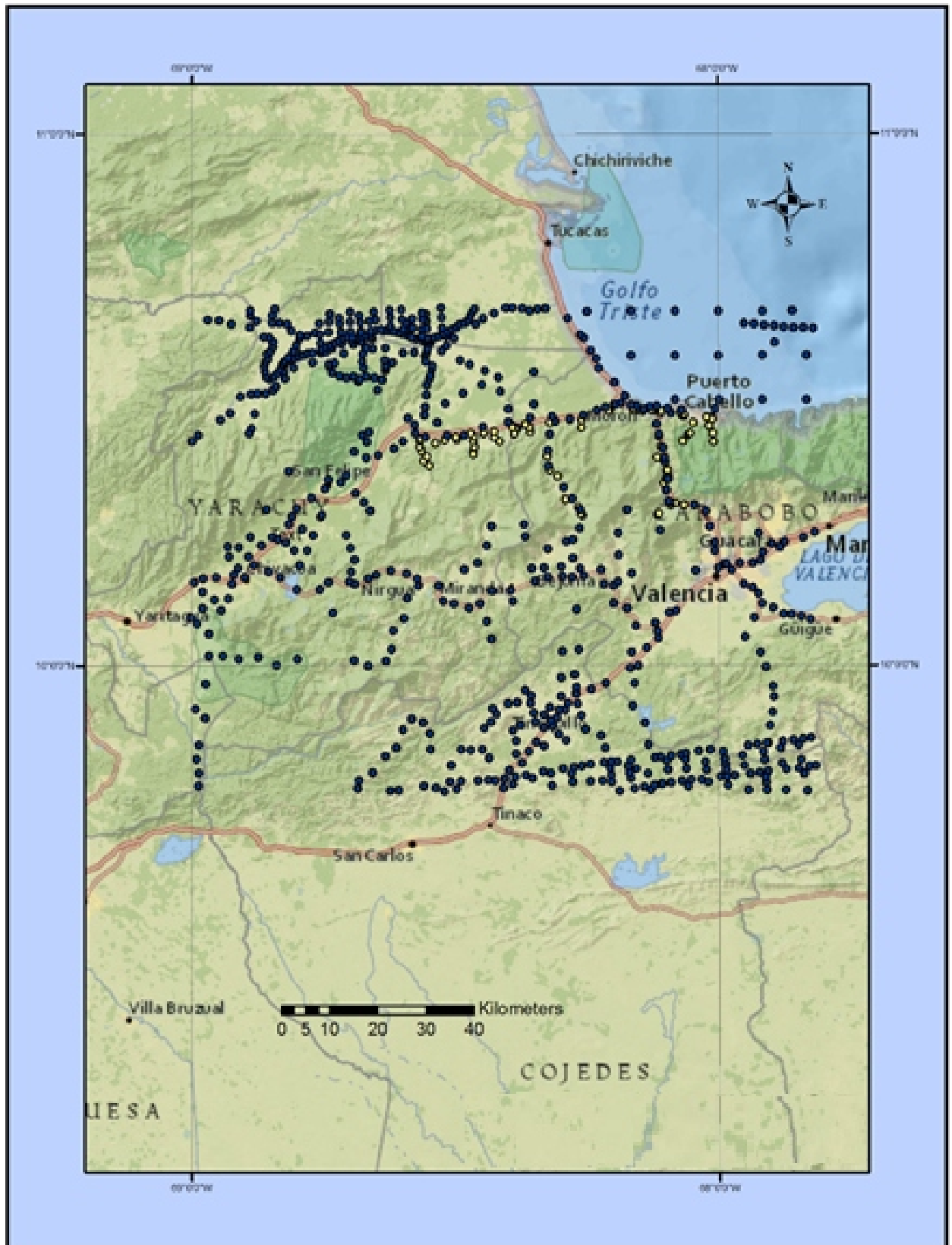


Figura 4. Mapa de ubicación de las estaciones gravimétricas (estaciones de color azul oscuro son de la red gravimétrica nacional (RGN) y estaciones de color amarillo son adquiridas en este trabajo).

DERIVA INSTRUMENTAL DEL GRAVÍMETRO

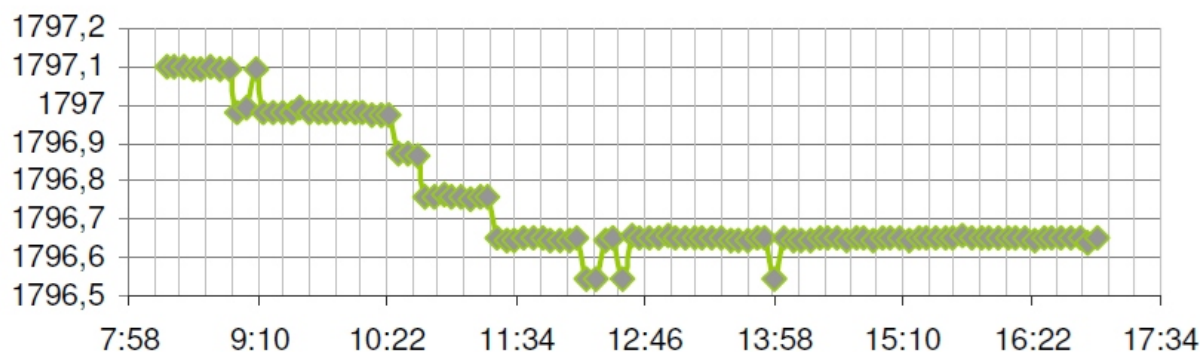


Figura 5. Curva de deriva Instrumental del gravímetro.

Tabla 2. Datos de las estaciones base gravimétricas usadas en el levantamiento gravimétrico.

Estación Base	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Cota (m)	Gravedad absoluta (mgal)
Torre de Control del Aeropuerto de San Felipe (BMSF1)	526.706	1.136.405	238	978.133,1335
Iglesia Sagrado Corazón de Jesús en Morón (BMMO1)	586.640	1.158.490	20	978.218,548

tación base existente y la estación base creada.

El levantamiento de estaciones ordinarias se estableció mediante redes de estaciones divididas en circuitos, realizándose un total de 12 circuitos, dos por día, en donde se realizaron las aperturas y cierres de cada circuito en una estación base; conformando así circuitos cerrados. La distancia cubierta por cada circuito entre estaciones ordinarias, aproximadamente, fue de 3 a 8 km, dependiendo exclusivamente del espaciamiento de la zona a cubrir por cada día de trabajo.

El procesamiento de los datos gravimétricos consistió en aplicarles una serie de correcciones. Inicialmente se aplicó la corrección por mareas, la cual es un programa que corrige el efecto de las mareas sobre el dato de gravedad. Para ello se introducen las coordenadas de las estaciones en grados y el tiempo de medición (día, mes y año). En el procesamiento se utilizaron dos ubicaciones para la corrección por mareas, una en Morón y otra en San Felipe, siendo ellas las estaciones base de las mediciones efectuadas.

Posteriormente, se aplicó la corrección por minuto (Varmin), la misma consiste en corregir la variación en el tiempo que presentan los circuitos cerrados de datos adquiridos, mediante las correspondientes lecturas de apertura y cierre de cada circuito como se muestra en la ecuación 1.

$$\text{Varmin} = \frac{\text{Lectura}_{(\text{inicial})} - \text{Lectura}_{(\text{final})}}{\Delta T_{(\text{tiempo})}} \quad (1)$$

Inmediatamente después se estableció la corrección por deriva, que consiste en corregir a partir del valor de variación por minuto obtenido (Varmin), a cada una de las estaciones, eliminando así la deriva en función del tiempo de las lecturas obtenidas en cada estación. Para ello se aplica la ecuación 2

$$\text{Lectura}_{(\text{corregida por deriva})} = \text{Lectura}_{(\text{estación})} + \text{Varmin} * \Delta T_{(\text{tiempo entre estación base y estación})} \quad (2)$$

Ya corregidos los datos por efecto de mareas y tiempo, se procedió a implementar las ecuaciones para la corrección de Aire Libre (ecuación 3), la cual se enfoca en corregir el efecto de variación de gravedad de la estación, causado por la altura en que se encuentra, la misma se lleva a la altura del nivel de referencia tomado, la corrección de Bouguer (ecuación 4) para eliminar el efecto del material rocoso que se encuentra por debajo del nivel de referencia, llegando con esto a obtener una lámina infinita como superficie de estudio. Cabe recalcar que la densidad empleada para el cálculo de las correcciones en donde se requirió, fue $2,67 \text{ g/cm}^3$, cuya medida es el valor más representativo del tipo de roca presente en la zona analizada.

$$\text{Aire Libre}_{(\text{corrección})} (\text{mgal}) = 0.3086 * \text{altura} \quad (3)$$

$$\text{Bouguer}_{(\text{corrección})} (\text{mgal}) = (-/+) 0.04191 * \text{Densidad}_{(\text{del medio})} * \text{Altura}_{(\text{estación})} \quad (4)$$

Luego se realizó la corrección topográfica de los datos, mediante la secuencia de trabajo siguiente:

- Se extrae un modelo digital de elevación de la zona de estudio, tomando como resolución óptima del mapa del área de estudio 90 metros, para ello se suministraron los valores de longitud min. -69°O , Longitud máx. -67°O , latitud min. 10°N y latitud máx. $10^{\circ}40'\text{N}$, obteniéndose el modelo de elevación de la base de datos.
 - Se importaron dos modelos de elevación, uno regional y otro local, a partir de los cuales se construyó el mallado tanto regional como local.
 - Posteriormente se creó un mallado de topografía regional a partir del regional y un mallado de distancias para la corrección local, calculando la corrección topográfica intermedia y externa de cada estación, a través del mallado de corrección regional y suma la corrección local.
 - Por último, la corrección topográfica se calculó basándose en algoritmos diferentes por la combinación de los métodos de Nagy (1966) y Kane (1962).
- Posteriormente, se realizó un análisis estadístico de los datos para verificar normalidad de los mismos y así obtener unos valores finales de Anomalía de Bouguer (ecuación 5); de esta manera se eliminaron los efectos que provocan alteraciones en los valores de gravedad adquiridos. Al efectuar estas correcciones, se logra llevar los datos al nivel de referencia, permitiendo unificarlos con los datos provenientes de la Red Gravimétrica Nacional (RGN) y reflejar las características del terreno por debajo del nivel de referencia.

$$\text{Anomalía de Bouguer (mgal)} = G_{\text{obs.}} + C_{\text{Al}} - C_{(\text{b})} + C_{(\text{t})} + G_{(\text{teo})} \quad (5)$$

Donde,

Gobs: Gravedad observada

Cal: Corrección aire libre

Cb: Corrección de Bouguer

Ct: Corrección Topográfica

Gteo: Gravedad teórica

En el caso de los datos aeromagnéticos se comenzó por revisar la base de datos, en donde se seleccionaron los datos aeromagnéticos correspondientes a la ventana del área de estudio, los mismos los tomaron a una altura de vuelo de 2.000 m sobre el nivel del mar (m s. n. m.), obteniéndose un total de 1.164 datos dentro de la zona a estudiar; igualmente se les realizó un análisis estadístico con la finalidad de verificar la normalidad de los mismos y así lograr obtener valores finales de Anomalías Magnéticas, que reflejaran las propiedades magnéticas del subsuelo.

Modelos gravimétricos y magnéticos planteados

Se observa una tendencia regional con dirección $\text{N}60^{\circ}\text{E}$ a E-O del mapa de anomalía de Bouguer (Figura 6), representando un cambio sustancial de densidades ($2,2 \text{ gr/cm}^3$ a $2,85 \text{ gr/cm}^3$) de la roca asociada a las direcciones de una de las fallas principales (falla de Boconó) del norte de Venezuela, producto de la interacción entre las placas Caribe y Suramericana.

El alto contraste de densidades que varían de $2,32 \text{ gr/cm}^3$ a $3,2 \text{ gr/cm}^3$ hacia el sur del área guarda relación con la alta complejidad en la variación de los tipos de rocas por los corrimientos como el de Manrique, generadores de los cinturones de napas, donde se presentan capas sedimentarias recientes que conforman la parte oeste del lago de Valencia y profundizando al sur, en donde se encuentran con las peridotitas de Tinaquillo, las cuales afloran en el sector, trasladadas posiblemente por la napa de Loma de Hierro hacia el norte. Al detalle la interpretación del mapa de anomalía de Bouguer presenta valores de anomalías que varían entre -84 y 30 mGal , incrementando hacia el norte, que pueden ser asociados con el adelgazamiento de la corteza continental al noroeste de Venezuela descrito por Rodríguez y Sousa (2003), además de la componente agrega-

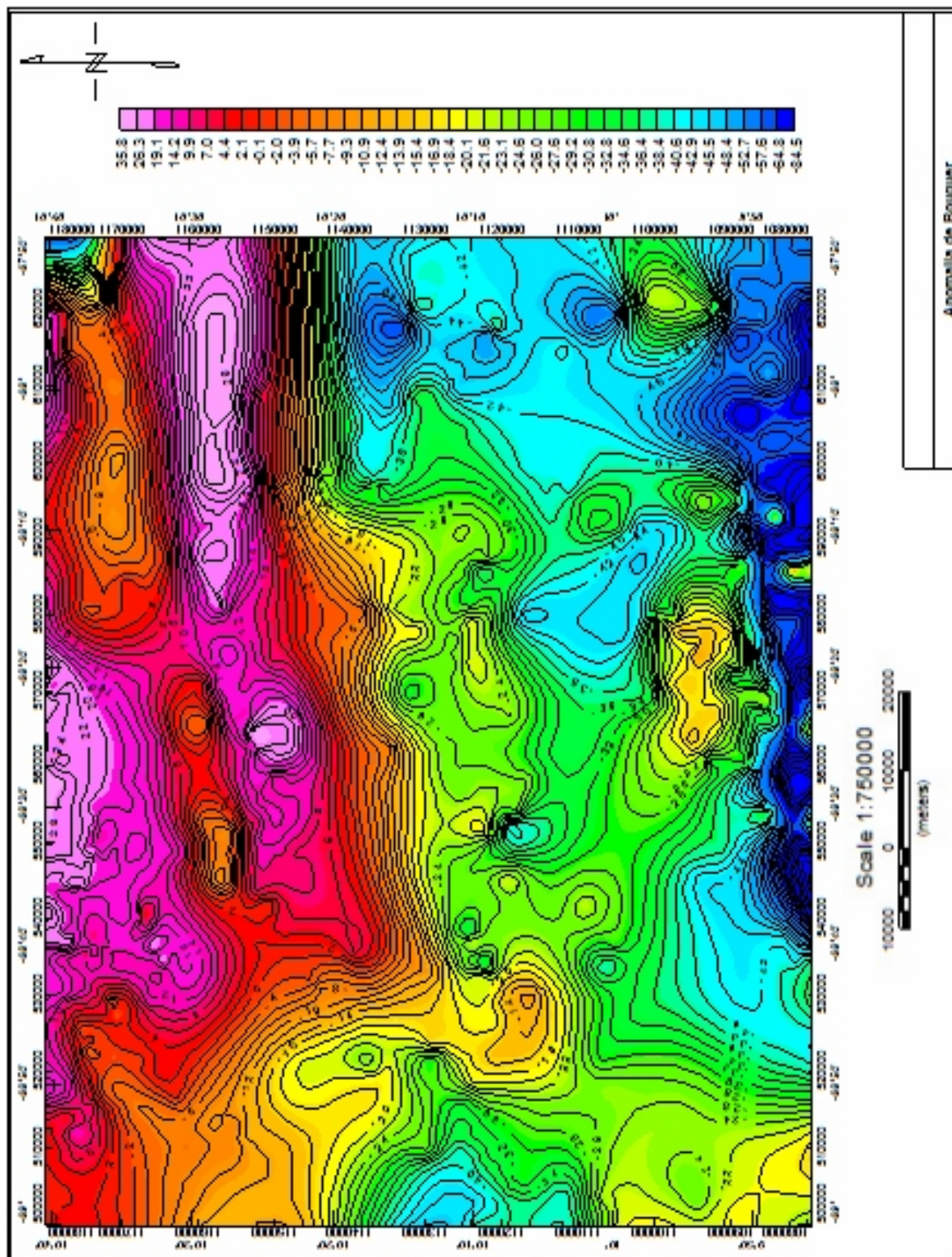


Figura 6. Mapa de anomalías de Bouguer para la densidad 2.67 g/cm^3 , obtenido por el método de interpolación de mínima curvatura (Mederos, 2009).

da por presencia de las rocas ultramáficas al norte del área de estudio son las posibles causantes de las anomalías locales.

Para apoyar la interpretación del mapa de Anomalía de Bouguer, se realizaron mapas de superficie polinómica, continuación analítica del campo y cosenos direccionales para realzar las anomalías residuales. Y a partir de análisis espectrales (Figura 7) se determinaron profundidades de fuente anómala de 1.000 metros de profundidad asociada a las formaciones Maporita, Tinaco-Tucutunemo, y San Julián a 6.000 metros, el cual representa el tope de basamento que constituye la corteza gnésico-anortositica a 15.000 metros, que se atribuye al tope de la corteza continental inferior.

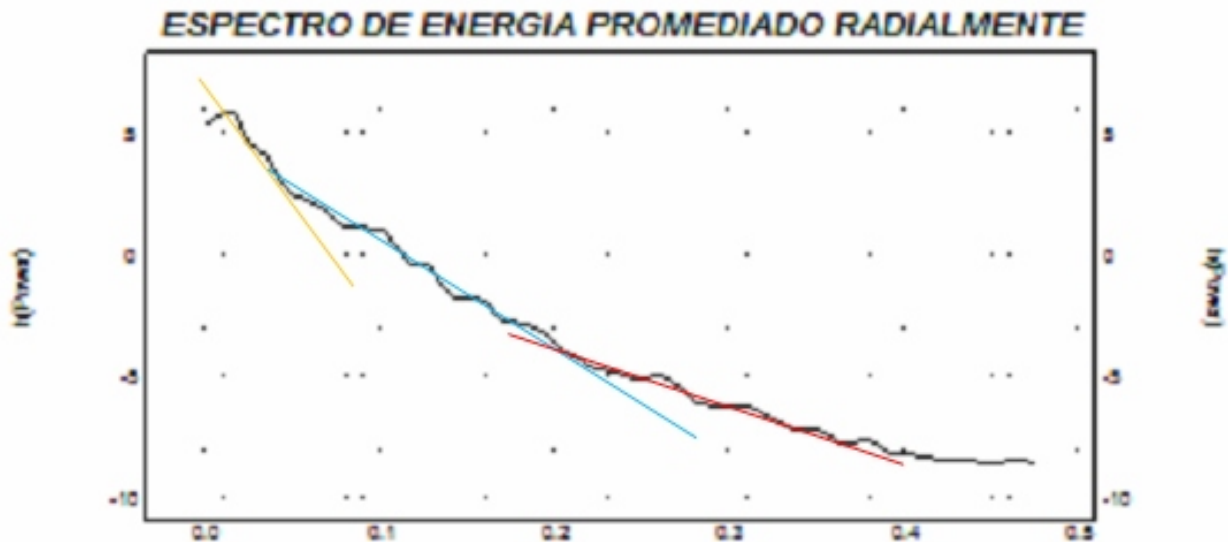


Figura 7. Espectros de energía de la anomalía de Bouguer promediados radialmente (líneas de análisis de profundidades: amarilla 1.000 metros azul 6.000 metros y rojo 15.000 metros).

El mapa de Anomalía Magnética (Figura 8) presenta una tendencia N60°E, coincidiendo con la orientación de las estructuras geológicas de la zona y con las del mapa de anomalía de Bouguer. Los valores de anomalías magnéticas se encuentran entre las magnitudes 9.914,99 y 10.100,81 gammas, observándose dos sectores principales con máximos.

El primero, en el graben de Yaracuy, que según Gómez y Sandoval (2008) puede ser respuesta de la litología de alta magnetización presente en dicho complejo, la cual se encuentra por debajo de los sedimentos depositados en dicho graben. El segundo, al nordeste franco del área de estudio, corresponde a los cuerpos ultramáficos que se encuentran en el subsuelo y a las rocas máficas presentes en la franja norte.

Se interpretaron dos mínimos magnéticos, el primero al suroeste, evidenciando una profundización del basamento y el espesor sedimentario del graben. Asimismo, se localizaron tres secuencias de mínimos al norte, dos de ellas marcan el corredor del graben de Yaracuy y la presencia de las fallas de Boconó y Morón, y otro mínimo al noroeste, asociado al espesor sedimentario al norte del Complejo de Yaritagua.

El mapa de anomalía magnética se evalúa mediante el método de análisis espectral (Figura 9) que permitió determinar profundidades de fuente a 2.000 metros, como respuesta de la polarización magnética de cuerpos de rocas encontrados dentro de las formaciones Nirgua y San Julián, principalmente, a 6.000 metros representando el tope del basamento magnético o la corteza gnéissica-anortosítica, y a 15.000 metros, atribuida al tope de la corteza continental inferior.

Como propósito final de la investigación, el cual es la interpretación de modelos 2D de perfiles gravimétricos- magnéticos, se delinearon tres perfiles (Figura 10) A-A', B-B' y C-C', en las direcciones N36°O con una extensión de 150 km, N25°O de 114 km y N-S de

90 km, respectivamente. Los mismos fueron modelados bajo un control geológico de la superficie del área, así como por las respuestas mostradas por los mapas gravimétricos y magnéticos realizados. Los parámetros más relevantes tomados en cuenta fueron las densidades y susceptibilidades magnéticas de las formaciones expuestas en el modelo; también se consideraron profundidades mínimas al manto de aproximadamente 27 km al norte y máximas de 35 a 37 km al sur, consecuencia del adelgazamiento cortical descrito por Rodríguez y Sousa (2003), Bezada (2005) y corroborado por los cálculos de profundidad de Mohorovic, realizados por Quinteros (2007). Otra constante respecto a los aspectos regionales de los modelos es la profundidad a la que se encuentra el tope de la corteza inferior que es alrededor de 15 km.

En el modelo A-A' (Figura 11), el cual ajusta con error de 0,794 mGal, visto estructuralmente de sur a norte, se presenta el corrimiento de Manrique, el cual tiende a inclinarse al noroeste sobre las rocas de la Formación las Mercedes, falla posiblemente inversa de bajo ángulo. Posteriormente, se observa un corrimiento de menor extensión inclinado al sureste, que corta a las formaciones Nirgua y San Julián. Más al norte el sistema de Morón-Boconó y otras fallas asociadas al Graben de Yaracuy, tienden a ser inversas. En él se ilustra una corteza superior cuyo tope está a 12 km de profundidad. En contacto con el Corrimiento Manrique se encuentra la Peridotita de Tinaquillo de 2 km de espesor. La Formación San Julián infrayace a la Formación Nirgua y suprayacente a ambas está la Formación Yaritagua. Hacia la zona central en la franja norte del Corrimiento Manrique, la Formación Las Mercedes entra en contacto lateral con las formaciones Nirgua y San Julián. El mínimo tan marcado en el centro del perfil posiblemente está asociado a un bloque de la Formación Maporita que se encuentra en el subsuelo. Por otra parte, el mayor realce de las curvas de anomalía de Bouguer del perfil se vincula con

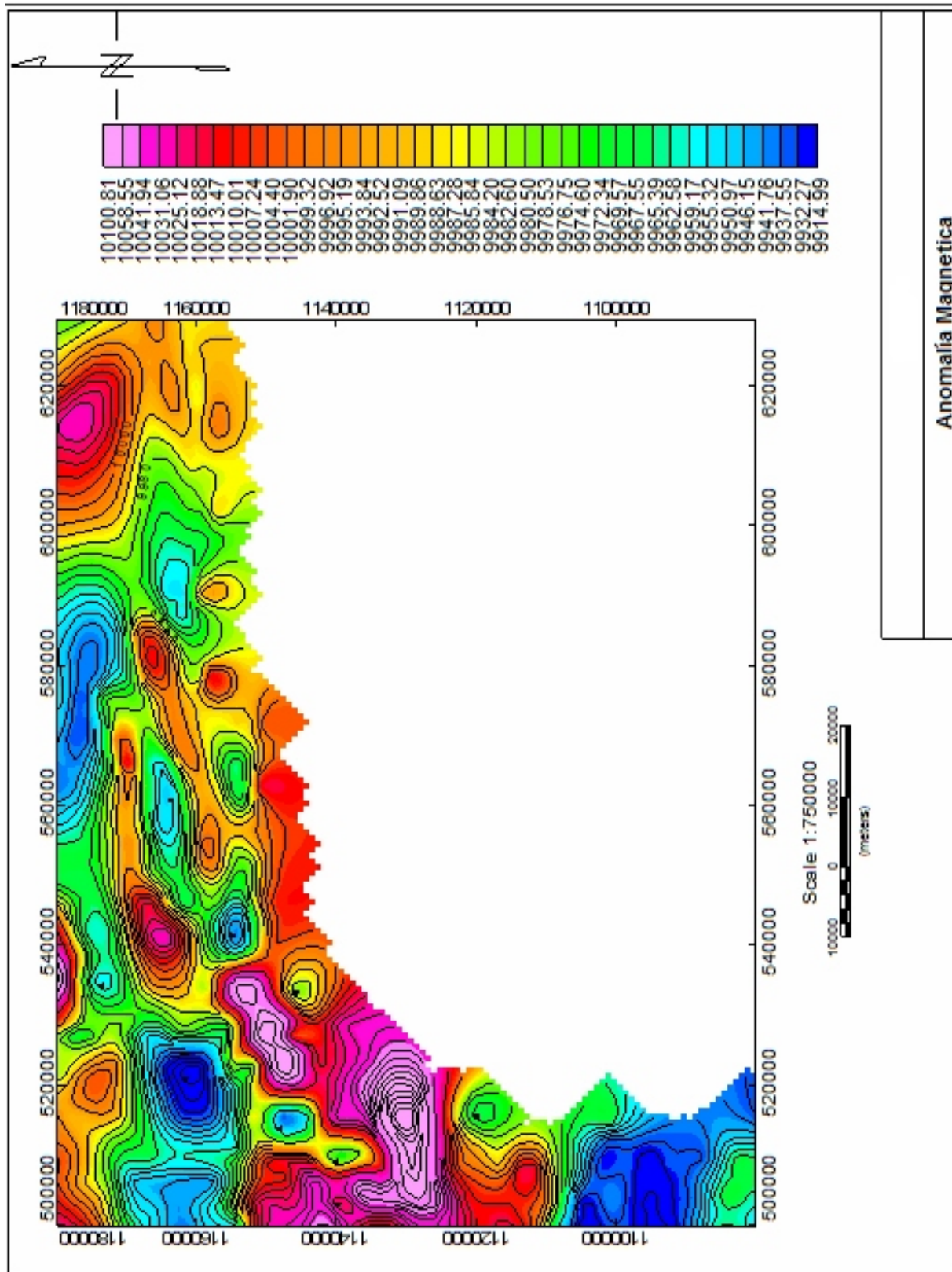


Figura 8. Mapa de anomalía magnética, obtenido por el método de interpolación de mínima curvatura. (Mederos, 2009).

la presencia de rocas ultramáficas intrusionadas en la región.

En el modelo B-B' (Figura 12) ajustado con error de 0,665 mGal, se destacan tres rasgos importantes, el Corrimiento Manrique, la Falla de Morón y la Falla de Boconó. El Corrimiento Manrique se ubica al sureste del perfil, mientras que las fallas de Boconó y Morón al noroeste del perfil, limitan el Graben de Yaracuy. Del mismo modo, son identificadas tres zonas de bajas frecuencias, la primera está asociada a la presencia de un bloque de peridotita adosada al Corrimiento Manrique, la segunda evidencia la intrusión de bloques de la For-

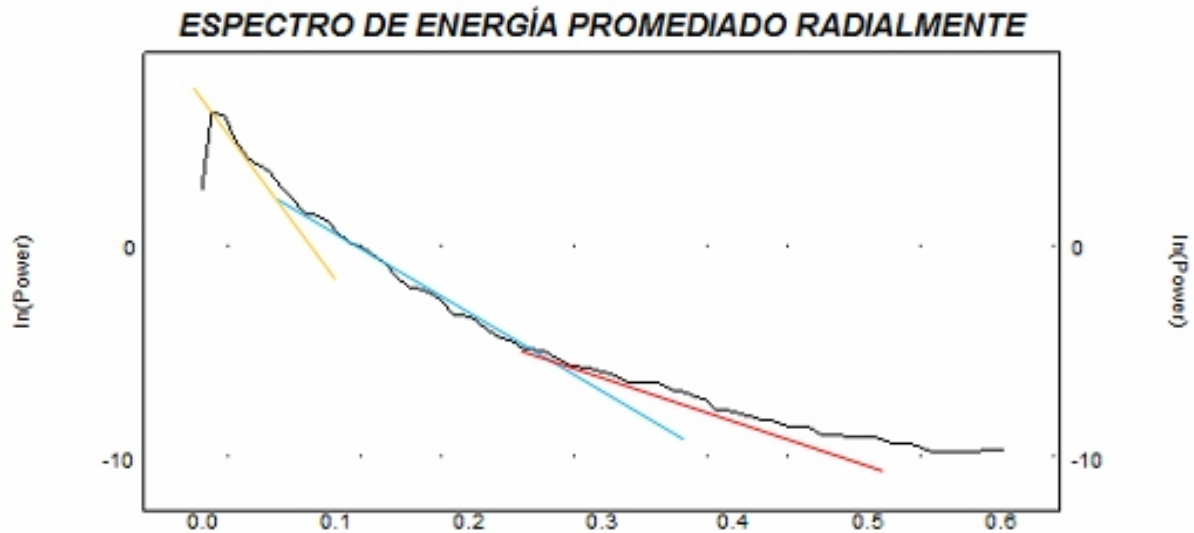


Figura 9. Espectros de energía promediados radialmente de la anomalía magnética (líneas de análisis de profundidades: amarilla 1.000 metros azul 6.000 metros y rojo 15.000 metros).

mación Peña de Mora dentro de la Formación San Julián y la tercera (de mayor anomalía) posiblemente asociada con un bloque de rocas ultramáficas sobre la falla de Morón, determinado a través de la realización de perfiles sísmicos cercanos a la zona indicada. El modelo C-C' (Figura 13) se ajustó con un error de 0,633 mGal, posee los mismos rasgos estructurales que el perfil B-B', además de un corrimiento de poca profundidad más al sur. En el perfil se observan tres altos, uno al sur, asociado a bloques de peridotitas aisladas, otro en la zona central posiblemente correspondiente a un bloque de la Formación Peña de Mora intrusivo dentro de la Formación las Mercedes. El tercer alto, en el norte, está asociado posiblemente con rocas ultramáficas emplazadas lateralmente en la Falla de Morón.

Para finalizar, en el modelo predominan efectos de los cuerpos superficiales en un 60 %, sobre un 40 % aportado por manto y corteza en los perfiles. Otro aspecto a considerar es que el ajuste del perfil magnético del modelo se logró a partir de la presencia de cuerpos de distintas susceptibilidades dentro de las formaciones Nirgua y San Julián, esto es evidencia de la presencia de rocas de distintas susceptibilidades y magnetizaciones dentro de una misma Formación.

Conclusiones y discusiones

Se corroboró el adelgazamiento de la corteza continental, al norte de la zona de estudio descrita por Rodríguez y Sousa (2003) y Bezada (2005), confirmada por Quinteros (2007). El espesor cortical de Schmitz et al. (2008) refuerza la hipótesis planteada en esta investigación, en donde se afirma que el manto se encuentra a una profundidad aproximada de 27 km al norte y máximas de 35 a 37 km al sur.

Lo planteado por Bellizzia (2008) y Hess (1938) donde indican que las rocas ultramáficas (ofiolíticas) se encontraban emplazadas a lo largo de los corrimientos, permitiendo que estos cuerpos rocosos ascendieran a superficie, fue vital en el ajuste del modelado de los perfiles planteados, como se observa en los

modelos de los perfiles B-B' y C-C', en donde se consideran cuerpos ofiolíticos o ultramáficos a lo largo la falla de Morón como hipótesis, logrando el ajuste óptimo del modelo.

Se interpretó con apoyo de información geológica previa del área un basamento gnéisico-anortositico, ubicado entre 6 y 10 km, aproximadamente, ajustando así el modelo, en donde se puede asociar las variaciones en la anomalía de Bouguer con la influencia de las peridotitas tanto en afloramiento como en el subsuelo y hacia el centro dichas anomalías son asociadas a la intrusión de Peña de Mora en las formaciones Nirgua y San Julián, siendo concordante con lo planteado por Graterol (1972) en donde describe que las anomalías gravimétricas presentan variaciones laterales a la misma profundidad a las profundidades mencionadas, debido a contraste en el grado de serpentinización de las peridotitas y gabros.

Referencias

- Audemard, F. A. (2001). Quaternary tectonics and present stress tensor of the inverted northern Falcón Basin, north-western Venezuela. *Journal of Structural Geology* 23:431-453.
- Beck, C. (1986). *La chaîne Caraïbe au méridien de Caracas: géologie, tectogenese, place dans l'évolution géodynamique Mésozoïque- Cénozoïque des Caraïbes Méridionales*. Public.Soc. Geol. de Nord, Villeneuve s'Ascq, France, 14: 1-462. (Reproduced in Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos), 43: 24-25 + 469 p. in folder 17 of DVD, 2012).
- Bellizzia, A. (2008). Guía Insigne de la Geología en Venezuela. *Boletín de Geología*, Edición de Instituto Nacional de Geología y Minería. Caracas. P. 107-120.
- Bellizzia, G. A. (1986). *Sistema Montañoso del Caribe, una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur*. Sociedad Venezolana de Geólogos, Memorias VI Congreso Geológico Venezolano 10:6657-6836.
- Bellizzia, A; López E., C. (1972). *Gabro versus "pseudogabros" en el complejo ultramáfico de Tinaquillo (Resumen)*. IV Congreso Geológico Venezolano. Boletín Geológico, Public. Esp., N° 5. MMH. Caracas, Tomo IV. p. 2.139.
- Bezada, M. (2005). *Modelado bidimensional de la corteza en la zona de colisión Caribe-Suramérica, región occidental*

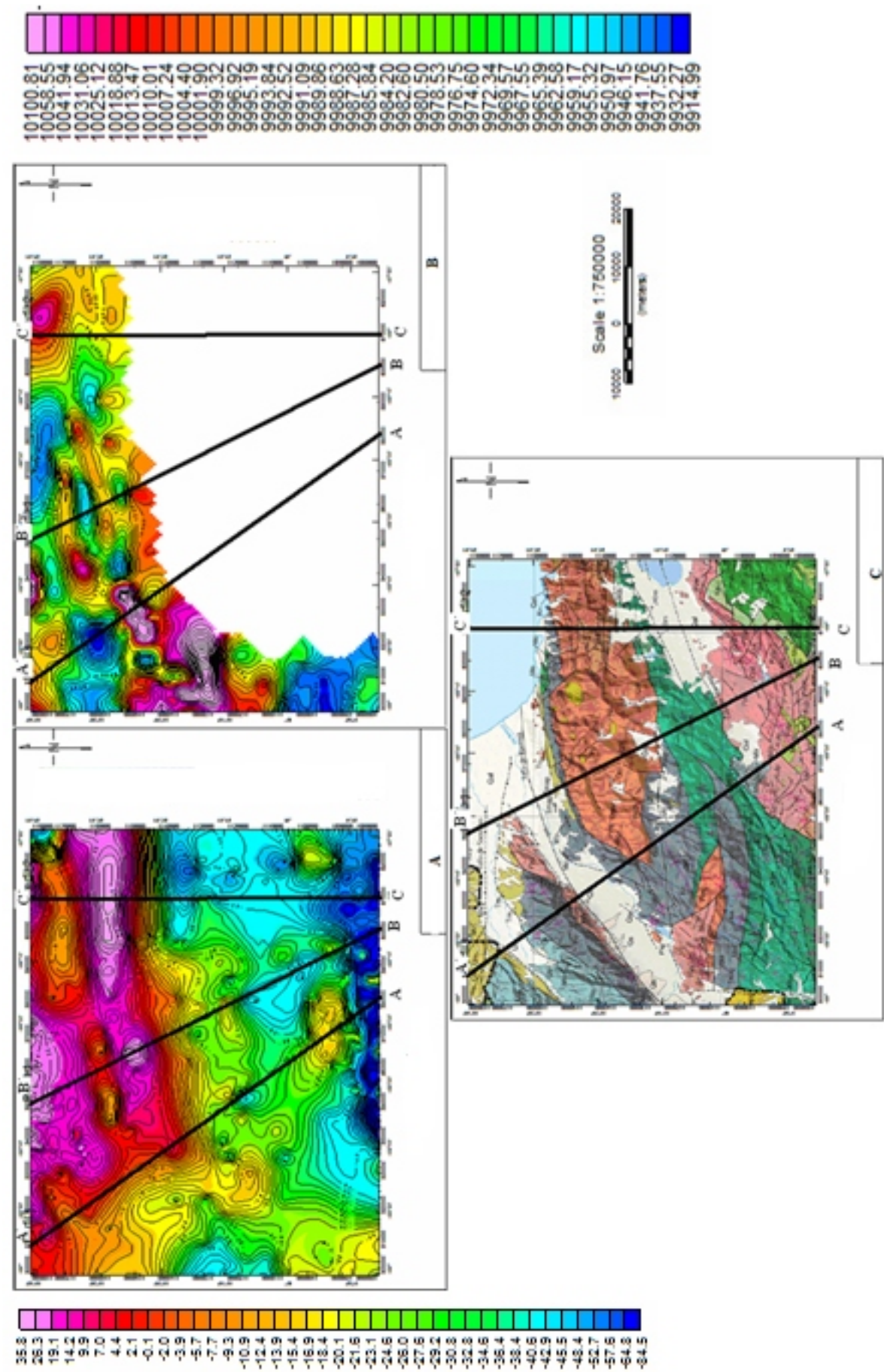


Figura 10. Perfiles A-A', B-B' y C-C' sobre los mapas de: A) anomalía de Bouguer, B) anomalía magnética y C) geológico de la zona de estudio. Los mapas A y B tomados de Mederos (2009) y C tomado de Hackley et al (2006).

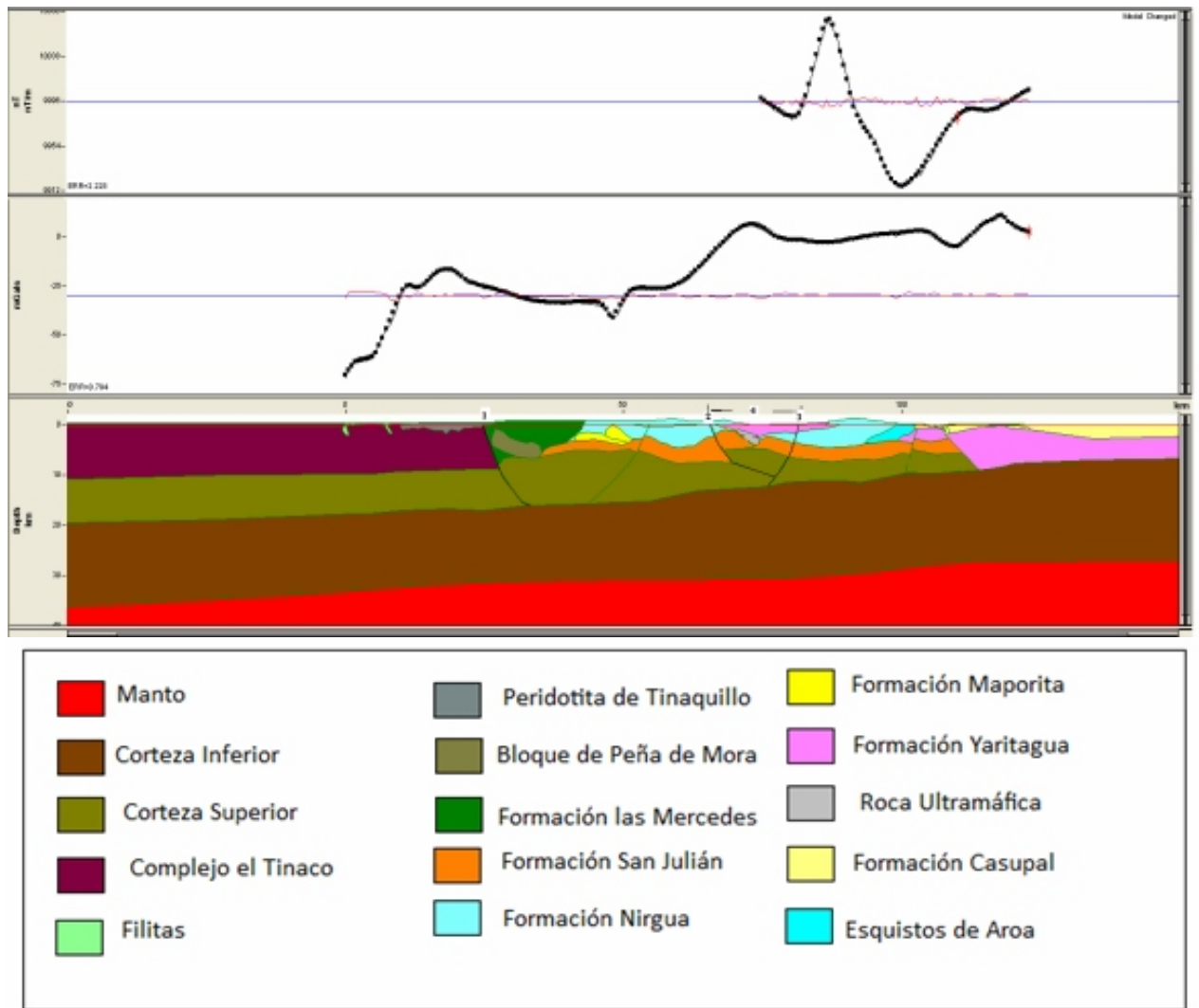


Figura 11. Modelo geológico del perfil gravimétrico-magnético A-A'. (1) corrimiento Manrique, (2) falla de Morón, (3) falla de Boconó, (4) graben de Yaracuy. (Mederos, 2009).

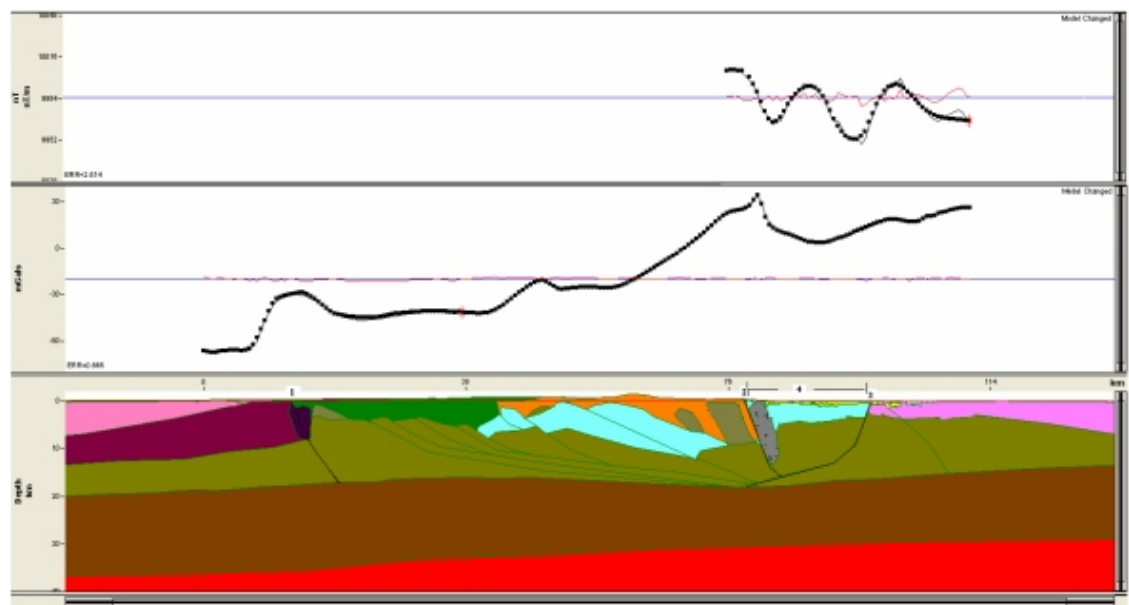


Figura 12. Modelo geológico del perfil gravimétrico-magnético B-B'. (1) Corrimiento Manrique, (2) Falla de Morón, (3) Falla de Boconó, (4) Graben de Yaracuy. (Leyenda de la figura 11). (Mederos, 2009). (Mederos, 2009).

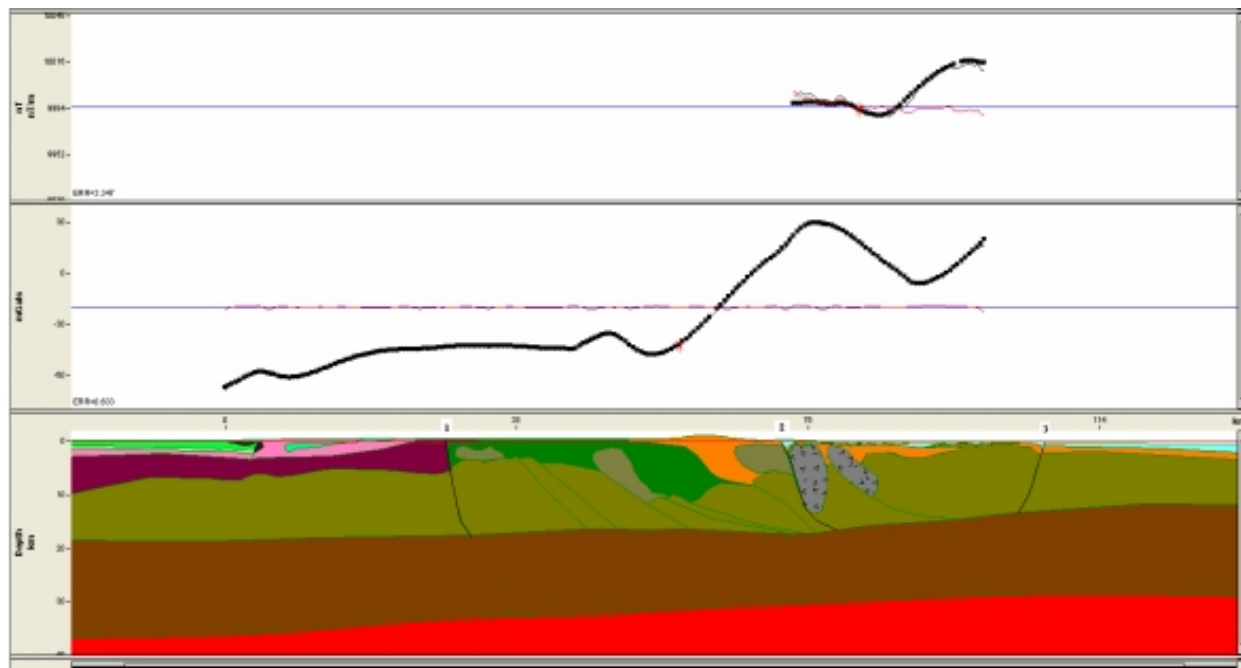


Figura 13. Modelo geológico del perfil gravimétrico-magnético C-C'. (1) Corrimiento Manrique, (2) Falla de Morón, (3) Falla de Boconó (Leyenda de la figura 11). (Mederos, 2009).

- de Venezuela (estados Lara y Falcón). Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela. p. 175.
- Bosch, M., and I. Rodríguez (1992). North Venezuelan collisional crustal block: The boundary between the Caribbean and South American plates. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 6, p. 133–143.
- Garrity, C. P., Hackley, P. C., Urbani, F. (2009). *Digital shaded relief map of Venezuela. U.S. Geological Survey Open-File Report 2004- 1322, version 2.0. Map scale 1:1.500.000.* <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1322>
- Graterol, V (1972). *Ofiolita de Siquisique y Río Tocuyo y sus relaciones con la falla de Oca (Resumen)*. Memorias. VI Conferencia geológica del Caribe, Porlamar, Margarita. p. 1971.
- Gómez, F y R. Sandoval (2008). *Estudio geofísico integrado en la zona de Yumare-Aroa, estados Yaracuy y Falcón*. Trabajo Especial de Grado, Departamento de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, p. 108.
- González de Juana, J., Iturralde, A., Picard, X. (1980). *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. Caracas. Ediciones: FONINVEST.
- Hackley, P., Urbani, F., Karlsen, A. W., Garrity, C. P. (2006). *Mapa geológico de Venezuela a escala 1:750.000. U.S. Geological Survey, Open File Report 2006-1109.* <http://pubs.usgs.gov/of/2006/1109/>.
- Hess, H (1938). Gravity anomalies and island arc structure with particular reference to the West Indies. *Proc. Amer. Phi. Soc.*, Vol. 79, p. 96.
- Hess, H (1960). Caribbean Research Project- A progress Report. *Geol. Soc. Amer., Bull.*, p. 235-240.
- Kane, M., (1962). A comprehensive system of terrain corrections using a digital computer. *Geophysics*, 27(4): p. 455-462.
- Mederos, I. (2009). *Modelaje geofísico de la región Farriar-Morón, estados Yaracuy y Carabobo*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Nagy, D., (1966). The gravitational attraction of a right rectangular prism. *Geophysics*, 31(2): p. 362-371.
- Ostos, M. (1990). Evolución tectónica del margen sur-central del Caribe basado en datos geoquímicos. *Revista Geos*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 30:p. 1-294.
- Pindell, J. y Barrett, S. (1990). *Geological evolution of the Caribbean region: a plate tectonic perspective*. The Caribbean Region, 405-432 p.
- Quinteros, C. (2007). *Estudio del espesor de la corteza y caracterización de sus posibles discontinuidades en la región noroccidental de Venezuela, a partir del análisis de funciones receptoras*. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J. y J. C. Sousa. (2003). *Estudio geológico-estructural y geofísico de la sección cabo San Román-Barquisimeto, estados Falcón y Lara*. Trabajo Especial de Grado, Departamento de Geofísica, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Schubert, C. (1980). Basin formation along the Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela. *Journal of Geophysical Research*.
- Schmitz, M., Avila, J., Bezada, M., Vieira, E., Yáñez, M., Levander, A., Zelt, C., Jácome, M. y Magnani, M. (2008). Crustal thickness variations in Venezuela from deep seismic observations. *Tectonophysics*, 459(1), 14-26 p.
- Ughi, A. (2014). Estudio de la estructura cortical en la zona centro norte de Venezuela mediante el análisis de flexión de placas. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 31 (1), p. 93-103.
- Urbani, F. y Rodríguez, J. A. (2004). *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela*. Caracas: Fundación Geos-UCV and Funvisis, xii + 146 map sheets.
- Urbani, F. (2014). *En el libro: El límite nor-este de la placa suramericana: estructuras litosféricas de la superficie al manto /The northeastern limit of the South American Plate: Lithospheric structures from surface to mantle, Chapter: TERRANE DISTRIBUTION IN NORTH-CENTRAL VENEZUELA*. Editorial Innovación Tecnológica. Fac. Ingeniería, UCV, p.77-100.

Calidad físico-química, bacteriológica y densidad de bacterias sulfato-reductoras en aguas residuales de plantas de tratamiento del estado Nueva Esparta

Physico-chemical and bacteriological quality, and sulfate-reducing bacteria in wastewater of treatment plants at Nueva Esparta state

Qualidade físico-química, bacteriológica e densidade de bactérias redutoras de sulfato em águas residuais de estações de tratamento no estado de Nueva Esparta

Pedro J. López G.¹ Julio Rodríguez² Wilmer Fermín³ Juan Y. López⁴ Lourdes Ávila⁵ Efraín Martínez⁶ José Barreto⁷

Recibido: 20-4-18; Aprobado: 25-7-18

Resumen	Abstract	Resumo
Se evaluó la calidad físico-química, bacteriológica y la densidad de bacterias sulfato-reductoras en seis plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en el estado Nueva Esparta. Los análisis físico-químicos incluyeron temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto las cuales fueron determinados mediante el uso de una sonda multiparamétrica YSI 600R. Los sólidos en suspensión se determinaron mediante gravimetría. La DBO ₅ se cuantificó siguiendo el método estándar descrito en APHA, 1998. La densidad de bacterias coliformes se realizó mediante filtración por membrana. La densidad de bacterias sulfato-reductoras fue realizada usando la técnica de tubos múltiples, y el medio Postgate como medio de cultivo, expresándose los resultados como NMP/100 ml. El pH, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, y DBO estuvieron fuera del rango en 4, 2, 9, y 3 de los meses de muestreos, respectivamente. Los efluentes no cumplieron con las normas en lo relativo a los coliformes totales y fecales. La densidad de bacterias sulfato-reductoras tuvo un mínimo en afluentes de $2,9 \times 10^3$ y de 3×10^1 en efluentes. Hubo correlación positiva entre la variación del crecimiento de las bacterias sulfato-reductoras, coliformes totales y coliformes fecales con los cambios en la concentración de los sólidos suspendidos y disueltos totales.	<i>Physico-chemical, bacteriological quality and sulfate-reducing bacteria populations were evaluated in wastewaters from six wastewater treatment plants located in estate Nueva Esparta. The physico-chemical analysis included temperature, pH, salinity, dissolved oxygen and total dissolved solids; determined using a multiparametric sonde YSI 600. Total suspended solids were determined by gravimetry. BOD₅ was quantified by standard methods (APHA, 1998). The density of coliform bacteria was done by membrane filtration. The density of sulfate-reducing bacteria was performed by multiple tubes, and Postgate medium as culture medium, the results were expressed as MPN/100 ml. The monthly media of the effluents showed that the pH, total suspended solids, dissolved oxygen and BOD do not meet the standard in 4, 2, 9, and 3 of the months, respectively. The effluents were out the standard in total and fecal coliforms. The density of sulfate-reducing bacteria showed a minimum in affluent of $2,9 \times 10^4$ (plant 3, august 2012) and $3,1 \times 10^1$ in effluents (plant 6, august 2012). An analysis of multiple correlation showed that the variations in density of coliforms (total and fecal) and sulfate-reducing bacteria were positively associated ($P < 0,05$) with changes in the concentration of total suspended and dissolved solids.</i>	Avaliar a qualidade físico-química, bacteriológica e a densidade de bactérias sulfato de redução em seis unidades localizadas no estado de Nueva Esparta tratamento de águas residuais. Análises físicas e químicas incluíam temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido, que foram determinadas usando uma sonda multiparamétrica YSI 600R. Sólidos suspensos foram determinados por gravimetria. A DBO ₅ foi quantificada de acordo com o método padrão descrita no APHA, 1998. Densidade de coliforme foi realizada utilizando membrana de filtração. A densidade de bactérias redutoras de sulfato foi realizada utilizando a técnica de tubos múltiplos e a média Postgate como meio de cultura, expressando os resultados como NMP/100 ml. PH, sólidos suspensos totais, oxigênio dissolvido e dba estavam fora do intervalo em 4, 2, 9 e 3 meses a amostragem, respectivamente. Os efluentes não cumprir as normas em relação as coliformes totais e fecais. A densidade de bactérias redutoras de sulfato tinha um mínimo em afluentes de $2,9 \times 10^3$ com 3×10^1 nos efluentes. Houve uma correlação positiva entre a variação do crescimento de bactérias sulfato reduzindo, coliformes totais e coliformes fecais com alterações na concentração de sólidos suspensos e dissolvidos total.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Aguas residuais, Aguas residuales, bacterias sulfato-reductoras, bactérias sulfato-reductoras, coliformes, coliforms, effluents, effluents, sulfate-reducing bacteria, wastewater.

¹ Bio°, MSc. Centro Regional de Investigaciones Ambientales. Universidad de Oriente (UDO). Correo-e: pedro.lopez@ne.udo.edu.ve

² Licdo° Bio°, MSc. UDO. Correo-e: juliorod58@gmail.com

³ PhD. Departamento de Estadística e Informática. UDO.

⁴ Bio°, MSc. UDO. Correo-e: juanlopez358@hotmail.com

⁵ Ing° Quím°. UDO. Correo-e: lulavila.la@gmail.com

⁶ Licdo° Acuac°. UDO. Correo-e: efrainjose_martinezveliz@hotmail.com

⁷ Licdo° Bio° Marin° UDO. Correo-e: joserafaelbarreto48@gmail.com

Introducción

El tratamiento convencional de aguas residuales urbanas tiene como objetivo la biodegradación de la materia orgánica presente en el afluente, siguiendo por lo común un tratamiento preliminar de tipo físico (pre-tratamiento y tratamiento primario) y un proceso de tipo biológico en el tratamiento secundario. En el tratamiento biológico o secundario, se produce la asimilación de la materia orgánica a partir de un proceso de biofloculación y metabolización selectiva de nutrientes (carbono, nitrógeno y fósforo), en el que interviene un cultivo microbiológico constituido principalmente por bacterias, que han sido seleccionadas en el agua residual gracias a la selección y modificación de los parámetros operacionales tales como el grado de oxigenación, la agitación y el tiempo de residencia (Rodríguez *et al.*, 2005).

Los procesos de tratamiento de aguas residuales están diseñados para reducir la concentración de contaminantes, incluyendo patógenos, en el efluente antes de su descarga a cuerpos de agua receptores u otra forma de disposición final; sin embargo, muchas plantas descargan sus efluentes sin desinfección. En consecuencia, estos efluentes podrían contener altas proporciones de bacterias patógenas, representando así una amenaza a la salud pública (Mokracka *et al.*, 2011). Las bacterias sulfato-reductoras (BSR) comprenden un grupo ecofisiológicamente diverso de microorganismos anaeróbicos que tienen en común la reducción disimilatoria de sulfato (usan al sulfato como aceptor final de electrones) en conjunto con la oxidación de materia orgánica, más comúnmente un ácido orgánico, liberando como producto final sulfuro. No solo muestran versatilidad en sus varios aceptores de electrones, sino que también prosperan en un amplio rango de condiciones ambientales (Muyzer y Stams, 2008).

El objetivo del presente fue evaluar la densidad de bacterias sulfato-reductoras en aguas residuales y la posible correlación con variables físico-químicas, demanda bioquímica de oxígeno y densidad de bacterias indicadoras, en plantas de tratamiento ubicadas en el estado

Nueva Esparta.

Materiales y métodos

Sitios de muestreo

Mensualmente, se colectaron muestras de aguas afluente y efluente de 6 plantas de tratamiento de aguas residuales, ubicadas en los municipios Antolín del Campo, García, Mariño, Marcano, Tubores y Díaz del estado Nueva Esparta. Todas operan bajo la modalidad de lodos activados. El período de muestreo fue de mayo 2011 a agosto 2012.

Toma de muestras

Se realizó siguiendo las recomendaciones de la APHA (1998). Se usaron envases estériles de vidrio de 250 ml para la toma de muestras destinadas a los análisis bacteriológicos y envases plásticos de 500 ml para análisis físico-químicos, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales y DBO.

Variables físico-químicas

In situ, se determinaron la temperatura, pH, conductividad, salinidad, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto con el uso de una sonda multiparamétrica YSI 600R.

Análisis de laboratorio

En el laboratorio se determinaron los sólidos disueltos totales mediante gravimetría y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_{5,20}) mediante el ensayo de 5 días a 20 °C. (APHA, 1998).

Análisis bacteriológico

La densidad de bacterias coliformes totales y fecales se determinó mediante el procedimiento de filtración por membrana (APHA, 1998). Para estimar la densidad de bacterias sulfato-reductoras se usó el procedimiento de tubos múltiples usando buffer fosfato salino como diluyente y medio Postgate modificado (Pfenning y Trüpper, 1981) como el medio de cultivo. La modificación consistió en la eliminación del tioglicolato de la fórmula original y la adición de 0,75 g/l de agar-agar para mejorar la anaerobiosis del medio. La incubación se realizó a 37 °C. Los resultados se expresaron como NMP/100 ml y se usó la fórmula de Thomas para resultados que no aparecieron en las tablas (APHA, 1998).

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de componentes principales y un análisis de correlación múltiple usando el programa Statgraphic Centurion XV.

Resultados y discusión

En la tabla I se muestran los promedios de variables físicas en afluentes y efluentes de las 6 plantas. En la tabla II, se muestran los valores promedio de sólidos suspendidos totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) para afluentes y efluentes de las 6 plantas y los porcentajes de remoción.

La tabla III muestra los valores promedio de las densidades de bacterias coliformes totales, coliformes fecales y sulfato-reductoras en afluentes y efluentes de las 6 plantas y las tasas de reducción logarítmica.

Para efectos de la descarga a cuerpos de aguas receptores, los efluentes deben cumplir con una serie de requisitos establecidos en el decreto 883. En la tabla IV, se muestran los valores críticos de las variables arriba señaladas.

El 100 % de las muestras no cumplió con la norma para la densidad de coliformes totales excediendo ampliamente el valor límite. El valor máximo permitido de DBO (60 mg/l) fue excedido en un 21,42 % del total de muestras (18/84). Por encima del límite estuvieron las PT1, 2, 3, 4 y 5 en un 50, 7,14, 21,42, 35,71 y 14,28 %, respectivamente.

Aun cuando la remoción logarítmica de coliformes totales osciló entre un mínimo de 2,03 a 5,36, los efluentes en su totalidad no cumplieron con los límites establecidos en el Decreto 883 encontrándose que en la mayoría de ellos se alcanzaron valores con un mínimo de $1,8 \times 10^3$ UFC/100 ml. Olanczuk-Neyman *et al.* (2001), señalaron valores de coliformes en un afluente de $5,7 \times 10^7$ (totales) y $1,4 \times 10^7$ (fecales); mientras que en el efluente estos valores fueron de $1,85 \times 10^5$ y $7,4 \times 10^4$, respectivamente. George *et al.* (2002), determinaron en afluentes densidades de coliformes fecales que oscilaron entre $2,79 \times 10^7$ a $1,54 \times 10^8$ y en efluentes $1,90 \times 10^6$ a $6,0 \times 10^7$ (NMP/100 ml); las tasas de remoción variaron entre 57,14 a 93,18 %. Tasas de reducción logarítmica de coliformes totales y fecales en una planta convencional oscilaron entre 4,4 a 5,4 y 4,3 a 5,7,

Tabla I. Promedios de variables físicas y físico-químicas en afluentes (Afl) y efluentes (Eflu) de las 6 plantas de tratamiento.

PTAS	T (°C)		SDT (mg/l)		SS (mg/l)		SAL (UPS)		OD (mg/l)		pH	
	Afl	Eflu	Afl	Eflu	Afl	Eflu	Afl	Eflu	Afl	Eflu	Afl	Eflu
1	30,4	31,0	1298	1455	61	103	1,0	1,14	2,70	3,90	7,10	8,40
2	29,4	28,8	821	722	64	23	0,7	0,62	2,70	4,60	7,40	8,30
3	29,8	29,7	2056	1122	50	22	1,6	0,87	2,70	3,10	7,50	7,70
4	30,3	29,5	2598	3068	142	18	2,1	2,51	2,50	3,90	7,50	7,70
5	29,7	29,0	1757	1477	120	63	1,4	1,16	2,50	4,50	7,80	8,60
6	29,9	28,9	551	618	53	23	0,4	0,47	3,10	5,10	7,20	9,30

Tabla II. Promedios de sólidos suspendidos totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno en afluente y efluente de las 6 plantas.

PTAS	SST		% REM	DBO		% REM
	Afl	Eflu		Afl	Eflu	
1	61	103	-68,85	276	97	64,85
2	64	23	64,06	180	33	81,66
3	50	22	56,0	210	39	81,42
4	142	18	87,32	258	25	90,31
5	120	63	47,5	240	47	80,41
6	53	23	56,60	222	42	81,08

Tabla III. Promedios de densidad de coliformes totales, fecales y bacterias sulfato-reductoras en afluentes y efluentes de las 6 plantas.

PTAS	CT		RED LOG	CF		RED LOG	BSR		RED LOG
	Afl	Eflu		Afl	Eflu		Afl	Eflu	
1	1,4 x 10 ⁵	4,5 x 10 ⁵	2,49	8,0 x 10 ⁷	3,6 x 10 ⁵	2,35	5,8 x 10 ⁷	1,4 x 10 ⁷	0,62
	8,14	5,65		7,90	5,55		7,76	7,14	
2	3,6 x 10 ⁸	1,1 x 10 ⁵	3,51	2,8 x 10 ⁸	4,4 x 10 ⁴	3,80	1,4 x 10 ⁸	1,9 x 10 ⁵	2,87
	8,55	5,04		8,44	4,64		8,14	5,27	
3	2,9 x 10 ⁸	5,6 x 10 ⁵	2,72	8,0 x 10 ⁷	5,3 x 10 ⁵	2,18	1,4 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁶	0,8
	8,46	5,74		7,90	5,72		7,14	6,34	
4	2,5 x 10 ⁸	6,5 x 10 ⁵	2,58	2,9 x 10 ⁷	4,5 x 10 ⁵	2,81	2,4 x 10 ⁸	2,3 x 10 ³	5,02
	8,39	5,81		8,46	5,65		8,38	3,36	
5	5,2 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁶	2,6	4,0 x 10 ⁸	1,4 x 10 ⁵	3,46	1,4 x 10 ⁸	1,0 x 10 ⁵	3,14
	8,71	6,11		8,60	5,14		8,14	5,00	
6	5,1 x 10 ⁸	1,9 x 10 ⁵	3,43	1,6 x 10 ⁸	1,1 x 10 ⁵	3,16	2,2 x 10 ⁸	7,7 x 10 ²	5,46
	8,70	5,27		8,20	5,04		8,34	2,88	

Tabla IV. Variables consideradas como criterios para clasificar descargas de efluentes y vertidos líquidos a cuerpos de aguas receptores, según lo establecido en la Gaceta Oficial 5.021, Decreto 883.

Variable	Valor o rango crítico	Número fuera de la norma	Porcentaje fuera de la norma (%)
pH	6 a 9	7	8,3
Oxígeno disuelto	>5 mg/l	70	83,
Sólidos Suspendidos Totales	< 80 mg/l	14	16,7
Coliformes Totales	< 1000	84	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	< 60 mg/l	18	21,4

respectivamente (Zhang y Farahbakhsh 2007). El-Deeb Ghazy y El-Senousy (2008), determinaron que la tasa de remoción de coliformes totales en una laguna de estabilización fue de 98,8 % con densidades en el efluente del orden de $6,7 \times 10^5$ NMP/100 ml. Esto es similar a nuestros resultados pues aun cuando las tasas de reducción tuvieron un mínimo de 99,7 a un máximo de 99,99 %, los efluentes no cumplieron con la norma. Una reducción logarítmica de 2,2 y 2,4 de coliformes totales y

fecales, junto con correlación entre la DBO y los sólidos suspendidos, fueron determinados por Kazmi *et al.* (2008) en una planta de lodos activados en la India. Marín *et al.* (2015), determinaron una tasa de reducción logarítmica de 2,34 en la concentración de *E. coli* en una planta de tratamiento del tipo filtro de percolación. Un agua residual doméstica mostró después de un proceso de coagulación-floculación y flotación por aire disuelto, una reducción logarítmica de 0,66 y 0,81 en coliformes

totales y fecales, respectivamente (Šramkova *et al.*, 2018).

Las bacterias sulfato-reductoras muestran una amplia versatilidad fisiológica, nutricional y de hábitats; por lo que no es de sorprender que sea frecuente su detección y aislamiento en aguas residuales de diversos tipos. Kanazawa (2012), indicó que la densidad de bacterias sulfato-reductoras en una planta de lodos activados fue de $9,2 \times 10^7$ (NMP/100 ml) y que había una relación entre el número de *Bacillus* sp y el de las BSR. Sakamoto *et al.* (2012), señalaron que la densidad de bacterias sulfato-reductoras en un reactor usado para el tratamiento de aguas residuales de una industria avícola fue de $9,0 \times 10^7$ y $8,0 \times 10^5$ (NMP/100 ml) al inicio y final de las pruebas, con una reducción logarítmica de 2,05 unidades. El análisis de correlación múltiple determinó que las variación del crecimiento de las bacterias sulfato-reductoras, coliformes totales y coliformes fecales estuvo asociada positivamente ($P < 0,05$) con los cambios en la concentración de los sólidos suspendidos y disueltos totales. Moura *et al.* (2009), determinaron que la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH fueron las variables ambientales que más influyeron sobre las comunidades bacterianas y atribuyeron la supervivencia de bacterias anaeróbicas incluyendo a las BSR, a la formación de micronichos asociados con aumentos en la temperatura y bajos niveles de oxígeno disuelto. Ducey y Hunt (2013), aplicaron el análisis de escalamiento multidimensional nométrico e indicaron que la estructura de la comunidad microbiana en unas aguas residuales fueron afectadas por el contenido de nitrógeno (N Kjeldahl), la demanda química de oxígeno, el potencial de óxido-reducción, los sólidos suspendidos totales y el oxígeno disuelto. Por su parte, Wang *et al.* (2014), al evaluar la estructura de la comunidad microbiana en aguas residuales determinaron mediante un análisis de correspondencia canónica que esta estuvo altamente correlacionada con la temperatura del agua, la concentración de oxígeno disuelto, la concentración de amonio y la tasa de carga de la Demanda Química de Oxígeno.

Conclusiones

- 1) El nivel de remoción de bacterias indicadoras (coliformes totales y fecales) en todas las plantas no fue lo suficiente como para que los efluentes cumplieran con la norma.
- 2) Los efluentes de las 6 plantas no cumplieron con la norma en lo relativo al contenido mínimo de oxígeno disuelto.
- 3) La calidad de los efluentes (persistencia de materia orgánica biodegradable, altos niveles de bacterias coliformes, bajos niveles de oxígeno disuelto y altas densidades de bacterias sulfato-reductoras) constituye un notable riesgo de impacto sobre los cuerpos de agua receptores.

Referencias

- American Public Health Association (APHA). (1998). *Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater*. 20th edition. Washington DC. USA.
- Ducey, T. F., and Hunt P. G. (2013). Microbial community analysis of swine wastewater anaerobic lagoons by next-generation DNA sequencing. *Anaerobe*. 21:50-57.
- El-Deeb Ghazy, M. M., and El-Senousy W. M. (2008). Performance evaluation of a waste stabilization pond in a rural area in Egypt. *Amer. J. Environ. Sci.* 4:316-326.
- George, I., Crop P., and Servais P. (2002). Fecal coliform removal in wastewater treatment plants studied by plate counts and enzymatic methods. *Water Res.* 36:2607-2617.
- Kanazawa, S. (2012). *The relationship of genus Bacillus, sulfate reducing bacteria and sulfur oxidation bacteria in the activated sludge*. Proc. Japan-Taiwan Symposium on Intelligent Green and Orange (iGO) Technology. MiaoLi, Taiwan. 10-11 December.
- Kazmi, A. A., Tyagi V. K., Trivedi R. C., and Kumar A. (2008). Coliforms removal in fullscale activated sludge plants in India. *J. Environ. Manag.* 87:415-419.
- Marín I., Goñi P., Lasheras A. M., and Ormad M. P. (2015). Efficiency of a spanish wastewater treatment plant for removal potentially pathogens: Characterization of bacteria and protozoa along water and sludge treatment lines. *Ecol. Eng.* 74:28-32.
- Mokracka, J., Koczura R., Jabloska

- L., and Kaznowski L. A. (2011). *Phylogenetic groups, virulence genes and quinolone resistance of integrin-bearing Escherichia coli strains isolated from a wastewater treatment plant*. A Van Leeuwenhoek. 99:817-824.
- Moura, A., Tacao M., Henriques I., Dias J., Ferreira P., and Correia A. (2009). Characterization of bacterial diversity in two aerated lagoons of a wastewater treatment plant using PCR-DGGE analysis. *Microbiol. Res.* 164:560-569.
- Muyzer, G., and A. J. M. Stams. (2008). The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria. *Nature Rev. Microbiol.* 6:440-454.
- Pfenning, W. and Trüpper H. G. (1981). *The dissimilatory sulfate-reducing bacteria*. In: The Prokaryotes. Starr, M. P. (ed.). Vol. I. Springer-Verlag, New York, USA.
- Olaniczuk-Neyman K., Stosik-Fleszar H., and Mikolajski S. (2001). Evaluation of indicator bacteria removal in wastewater treatment processes. *Polish J. Environ. Studies*. 10:457-461.
- Rodríguez, E., Isac L., Fernández N., y Salas M. D. (2005). *El ecosistema "fangos activos"*. Biología.org. 19:1-9.
- Sakamoto I. K., Maintinguer S. I., Hirasawa J. S., Tallarico M. A., and Varesche M. A. (2012). Evaluation of microorganisms with sulfidogenic metabolic potential under anaerobic conditions. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 55:779-784.
- Šramkova, M. V., Diaz-Sosa V., and Wanner J. (2018). Experimental verification of tertiary treatment process in achieving effluent quality required by wastewater reuse standards. *J. Water Process Eng.* 22:41-45.
- Wang X., Xia Y., Wen X., Yang Y., and Zhou J. (2014). *Microbial community functional structures in wastewater treatment plants as characterized by GeoChip*. PlosOne. 9:1-9.
- Zhang K., and Farahbakhsh K. (2007). Removal of native coliphages and coliform bacteria from municipal wastewater by various wastewater treatment processes: Implications to water reuse. *Water Res.* 41:2816-2824.

Hipótesis de filogenia para la familia *Xyridaceae* C.Agardh (1823), nom. Cons, con respecto a *Abolbodaceae* Nakai (1943). Utilizando el marcador RBCL y *Welwitschia mirabilis* como grupo externo

Hypothesis of filogenia for the family Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, respect to Abolbodaceae Nakai (1943). Using RBCL marker and Welwitschia mirabilis as an external group

Hipóteses de filogenia para familia Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, sobre Abolbodaceae Nakai (1943). Usando o marcador mirabilis RBCL e Welwitschia como desviante

Habib A. Tajan M.¹

Recibido: 14-6-18; Aprobado: 13-10-18

Resumen	Abstract	Resumo
<i>Xyridaceae</i> es una familia de tamaño medio de las monocotiledóneas petaloides que figuran actualmente en Poales s.l (Chase et al. ,2000; Soltis et al. ,2000; APG II de 2003). La familia posee ciertas limitaciones ya que <i>Xyridaceae</i> se consideran estrechamente relacionado con <i>Eriocaulaceae</i> y actualmente están incluidos en el orden Poales. Para la realización del árbol mediante secuencias de Rbcl se trabajó con algunos softwares como lo son: Clustal X, Gene Doc y Mega 5, concluyendo que la familia <i>Xyridaceae</i> no es monofilética ya que presenta una politomía basal en la cual se ubican los ejemplares de los géneros <i>Xyris</i> , mientras que las géneros <i>Orectanthe</i> , <i>Aratitiopeai</i> y <i>Abolboda</i> conforman un clado sustentado por un 99 % bootstrap. sustentando la propuesta de la familia <i>Abolbodaceae</i> Nakai,(1943).	<i>Xyridaceae</i> is a medium-sized family of the petaloid monocots that are currently found in Poales s.l (Chase et al 2000, Soltis et al 2000, APG II 2003). The family has certain limitations since <i>Xyridaceae</i> are considered closely related to <i>Eriocaulaceae</i> , and are currently included in the order Poales. For the realization of the tree using Rbcl sequences, we worked with some software such as Clustal X, Gene Doc and Mega 5. Concluding that the family <i>Xyridaceae</i> is not monophyletic since it has a basal policy in which the specimens of the <i>Xyris</i> genera, while the genera <i>Orectanthe</i> , <i>Aratitiopeai</i> and <i>Abolboda</i> form a clade supported by a 99% bootstrap. Supporting the proposal of the family <i>Abolbodaceae</i> Nakai, 1943.	<i>Xyridaceae</i> é uma família de monocotiledóneas petaloid média de tamanho que actualmente incluída no s.l Poales (Chase et al., 2000;) Soltis et ao. 2000; APG II 2003). A família tem certas limitações como <i>Xyridaceae</i> são consideradas estreitamente relacionado com <i>Eriocaulaceae</i> e atualmente estão incluídos na ordem Poales. Para a realização da árvore usar sequências de Rbcl trabalhou com algum software, como: Clustal X, Gene Doc e 5 Mega, concluindo que a família <i>Xyridaceae</i> não é monofilética, pois tem uma politomia basal, na qual se encontram os espécimes dos gêneros <i>Xyris</i> , enquanto o gênero <i>Orectanthe</i> , <i>Aratitiopeai</i> e <i>Abolboda</i> compõem um clado apoiado por 99% de bootstrap. apoiar a proposta da família <i>Abolbodaceae</i> Nakai (1943).

Introducción

Las monocotiledóneas son un grupo de las angiospermas con alrededor de cien familias (Kubitzki, 1998a, b), las mismas han sido objeto de numerosos análisis filogenéticos. Los trabajos se han centrado en determinados subgrupos o en la estructura general del grupo filogenético en su conjunto.

Xyridaceae es una familia de tamaño medio de las monocotiledóneas petaloides que figuran actualmente en Poales s. l. (Chase et al., 2000; Soltis et al., 2000; APG II de 2003). Tal como está entendida, la familia comprende alrededor de 385 especies en cinco géneros (Campbell, 2004a), con una distribución pantropical sobre todo y con la mayor diversidad de

especies en América del Sur (Wanderley, 1992; Kral, 1998; Campbell, 2004b). Sobre noventa por ciento los géneros son: ***Xyris* Sp.** teniendo amplia distribución, los otros tres géneros son:

Abolboda (ca. 22 spp.), ***Aratitiopea*** (1 sp.), Y ***Orectanthe*** (2 spp.). Son conocidas solo en el norte de América del Sur, donde muchas especies son endémicas del Escudo Guayanés, en especial los tepuyes de la formación Roraima.

Estas últimas especies se encuentran entre las más enigmáticas, debido a la inaccesibilidad de las masas. Las relaciones entre ***Xyridaceae*** y el orden Poales todavía no están bien definidas. Aunque los sistemas formales de clasificación reconocen una sola fa-

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Poales, *Xyridaceae*, *Abolbodaceae*, Rbcl, Politomía.

¹ Profº, MSc. Universidad de los Andes (ULA). Correo-e: habibtajan@gmail.com

milia (Cronquist, 1981; Takhtajan, 1997; Thorne, 2000; APG II, 2003), ha sido reconocida como un conjunto morfológicamente diverso (Maguire y Wurdack, 1960; Dahlgren et al., 1985), y algunos análisis cladístico no resuelven la familia como monofilético (Miche- langeli et al., 2003; Davis et al., 2004).

Xyridaceae se adapta a una variedad de hábitats que son oligotróficos y al menos estacionalmente húmedos, tales como las sabanas de arena, pantanos, y afloramientos rocosos. Incluso las especies que se producen constantemente en sitios húmedos probablemente han adquirido adaptaciones para superar las restricciones del agua debido a los suelos de drenaje rápido (por ejemplo, suelos arenosos), o las limitaciones fisiológicas (por ejemplo, alta acidez, Seddon, 1974). Las características básicas anatómicas de la familia incluyen el fortalecimiento del tejido común en todos los órganos vegetativos; raíces con un exodermis persistentes, las paredes de células endodérmicas con notable engrosamiento en forma de U (Van Fleet, 1961); tallos con haces vasculares y amfibasal huellas de hojas invertido en una vaina de esclerenquima; y las hojas unifaciales o bifaciales, el mesófilo sin o con una capa en empalizada poco desarrollados y de aire, con haces vasculares con una funda doble capa, el fortalecimiento interno (Carlquist, 1960; Tomlinson, 1969; Wanderley, 1992).

A pesar de esto la familia posee ciertas limitaciones ya que **Xyridaceae** se consideran estrechamente relacionados con **Eriocaulaceae**, y actualmente están incluidos en el orden Poales en sentido amplio, dentro del clado de comelinide grande Givnish et al., (2010). Dos linajes están presentes en **Xyridaceae**, que han sido reconocidos en el **sub**-o el nivel familiar. En una revisión reciente y nuevo análisis, Chase et al. (2000) describen un estado mixto de las cosas, aunque varios linajes principales dentro de las monocotile-

dóneas se han identificado, con diferentes grados de confianza y algunas relaciones entre estos grupos parecen haber sido bien establecidas, varias zonas de inestabilidad siguen siendo.

El objeto de este análisis es construir una hipótesis de filogenia para el gen de la Rbcl para la familia **Xyridaceae**, si esta puede confirmar la monofilia de esta familia, ya que el Gen Rbcl, codifica para la subunidad grande de la enzima RuBisCO y es casi universal en el reino de las plantas.

El gen fue elegido porque es prácticamente universal en todo el reino de las plantas

Materiales

Para la elaboración de una hipótesis filogenética basada en análisis de caracteres moleculares con el marcador Rbcl, se procedió a acceder al servidor de la NCBI (National Center for Biotechnology Information) utilizando como opción de búsqueda la familia en estudio (**Xyridaceae**), la cual arrojó un número de secuencias de nucleótidos seleccionando solo los que fueran para Rbcl, y tenían una longitud entre 1.300 y 1.500 bases, aproximadamente. Los Programas utilizados fueron Clustal X 2007, versión 2.0. Para realizar el alineamiento de las secuencias de rbcl para realizar un archivo Fasta y posteriormente se abrió la secuencia en el programa Gene doc 1997, *Tool for editing and annotating multiple sequence alignments*. Con este programa se realiza el corte del archivo Fasta para luego alinearlo y posteriormente crear el árbol con el programa Mega 5 (2007), versión 4.0; así crear un árbol donde se muestren las posibles relaciones entre grupos.

Métodos

En un análisis preliminar con el fin de explorar la información disponible, se realizó un análisis de una matriz de datos compuesta por un grupo interno de 152 especies y un grupo externo de 1 especie, aplicando las estrategias de Neiborgn Joining, donde se evidenció que este set de datos amplificaba la politomía basal no resuelta para

los miembros del orden Poales (APG II, 2003). Por este motivo se trabajará solamente con la familia **Xyridaceae**, conformada por los siguientes géneros: **Xyris**, **Orectanthe**, **Aratitiopea**, **Abolboda**, y un representante por familia presente en orden Poales (APG II, 2003), grupo externo conformado por la siguiente especie: **Welwitschia mirabilis**. Se utilizó la especie como grupo externo con el objetivo de romper en la prueba de Máxima Verosimilitud (ML) el efecto de la atracción de las largas ramas (LBA), sin obtener resultado; por este motivo tomamos como opción metodológica la construcción del cladograma, Neiborgn Join.

Resultados

Se observó que las especies **Welwitschia mirabilis**, **Xyris sp** y **Xyris bicephala** se ubican en la raíz del cladograma, formando una politomía basal. El objeto de introducir un grupo con un registro en la historia evolutiva de las plantas como lo es **Welwitschia mirabilis**, era romper con esta situación percibida en el análisis preliminar, pero que no solucionó esta opción. Los otros géneros de la familia conforman un clado sustentado por 100 % bootstrap, **Aratitiopea lopezii** y **Orectanthe sceptum** y se agrupan con **Abolboda macrostachya**, conforma el grupo hermano de este clado con un 99 % bootstrap.

Dentro de los taxos incluidos en la siguiente investigación se conforman los siguientes agrupamientos **Elegia fenestrata**, **E. vaginulata**, **E. equisetacea**, **E. filacea**, con un sustentado por 66 % bootstrap; **E. stipularis**, **E. stokei**, **E. persistens**, con un sustentado por 65 % bootstrap; unidos en un gran politomía conformada por: **E. squamosa**, **E. atratiflora**, **E. racemosa**, **E. extensa**, **E. coleura**, **E. intermedia**, **E. fucata**, **E. fistulosa**, **E. thyrsifera**, **E. rigida**, **E. grandispicata**, **E. sparthacea**, **E. asperiflora**, **E. caespitosa**, **E. glomerata**, **E. thyrsioidea**, **E. galpinii**; dentro de esta politomía se ubican: **Chodropetalum nudum**, **E. elephas**, **C. tectorum** con un 73 % de bootstrap **Chodropeta-**

lum rectum, *E. verreauxii* con un bootstrap de 93 %; , *Dovea macrocarpa*, *E. grandis*, *E. neesii*, *E. muirii*, con un bootstrap de 89 %; *E. sp*, *Restio tetraphyllus*, y con un bootstrap de 99 % como su grupo hermano *E. capensi*. Adjunto se ubica con un bootstrap de 89 %; *Staberoha distachios*, *Staberoha cernua* reunidos con un bootstrap de 89 %; *Platycaulos major*, *P. compressus* con un bootstrap de 99 %; *Chodropetalum bracteatum*, *Chodropetalum aggregatum* con un bootstrap de 72 %; a continuación enunciamos los demás miembros de esta gran politomía sustentada en 98 % bootstrap: *Chodropetalum microcarpum*, *Chodropetalum decipiens*, *Chodropetalum hookerianum*, *Chodropetalum ebracteatum*, *Chodropetalum aggregatum*, *E. sp*, *restio tetraphyllus*, *E. capensi*, *E. esterhuyseniae*, *E. hutchinsonii*, *E. prominens*, *Askidiosperma ruoosum*, *Restio festuciotomis*, *Restio pedicellatus*, *Ishyrolepis karooica*, *Chodropetalum mucronatum*, *Staberoha multispicula*, *Restio distichus*, *Chodropetalum acocki*, *Rhodocoma gracillis*, *Askidiosperma aboaristatum*, *Restio bifidus*, *Askidiosperma chataceum*, *Restio bifidus*, *Askidiosperma chartaceum*, *Restio perplexus*, *Askidiosperma andreaeanum*, *Askidiosperma aticola*.

En conjunto con los clados que enunciaremos a continuación se unen formando un gran nodo politómico sustentado por 100 % de bootstrap: *Lepyrodia glauca*, *Calorophus elongatus*, reunidos con un bootstrap de 87 % son el grupo hermano de *Sporadanthus gracilis*, *Sporadanthus traversii*, *Sporadanthus ferrugineus*, sustentado con un bootstrap de 73 % y *Sporadanthus tasmanicus* con un bootstrap de 67 %, es el grupo hermano de los anteriores.

Leptocarpus Chilensis, *Leptocarpus similis*, reunidos con un bootstrap de 100 %, *Chaetanthus aristatus*, sustentado con un bootstrap de 75 % es el grupo hermano del clado anteriormente enunciado, *Leptocarpus tenax*, *Meeboldina coangustata*, *Meeboldina cana* forman una politomía respaldada por un bootstrap de 80 %.

Lepidobolus chaetocephalus, *Kulinia eludens* con un bootstrap de 80 % y , *Chordifex jacksonii*, *Chordifex crispatus* con un bootstrap de 85 %, *Saropsis fastigiata*, *Acion hookeri* con un bootstrap de 86 %, y su grupo hermano *Guringalia dimorpha* sustentados todos por 76 %;

los demás miembros de este nodo politómicos son: *Dapsilanthus ramosus*, *Winifredia sola*, *Empodisma minus*, *coleocarya gracilis*, *Harperia lateriflora*, *Desmocladus castaneus*, *Tremulina tremula*, *Baloskiion tetraphyllum*, *Melanostachya ustulata*, *Loxocarya gigas*, *Tyrbastes glaucescens*, *Delsis stenostachya*, *Chordifex amblycoleus*, *Chordifex jacksonii*, *Chordifex crispatus*, *Chordifex stenendrus*.

Centrolepis monigina 96 % de bootstrap y reunido con *Centrolepis strigosa*, *Aphelia cyperoides*, *Aphelia brizula* sustentada por 100 % de bootstrap; como último claro de una politomía sustentada por 100 % de bootstrap. Al cual se unen los siguientes clados que forman un gran nodo no resuelto:

Ecdeicolea monostachya, *Georgeantha hexandra*, reunidos por 98 % de bootstrap *Joinvillea plicata*, *Joinvillea ascendens*, agrupados por 100 % de bootstrap

Anarthia prolifera, *Anarthia polyphylla*, sustentados por 95 % de bootstrap, *Lyginia barbata*, *Hopkinsia adscendens* agrupados por 100 % de bootstrap, *Calectasia cyanea*, *Calectasia intermedia*, *Dasypogon hookeri*, *Baxteria australis*, *Kingia australis*, agrupados por 100 % de bootstrap.

El presente clado sustentado por un 99 % de bootstrap *Sparganium eurycarpum*, *Sparganium glomeratum*, *Thypha latifolia*, *Cattai sp*.

El siguiente clado está sustentado por un 100 % de bootstrap *Thumia polycephala*, *Pronium serra-*

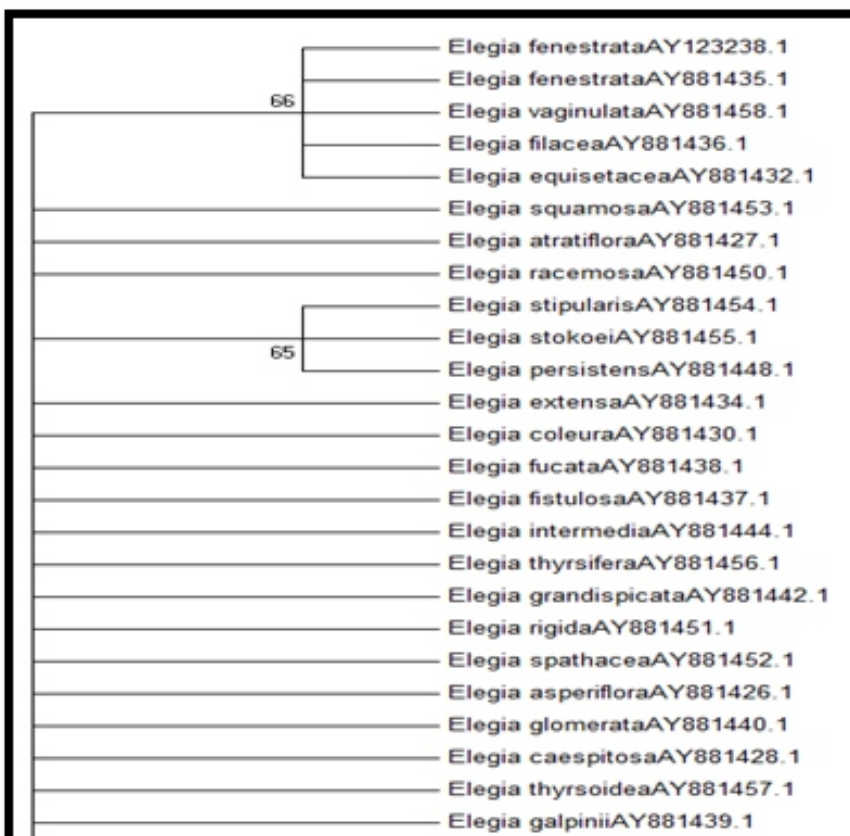


Figura 1. Imagen arrojada por el sistema donde se observan parte de los clados ante los resultados previamente explicados en los resultados ítems 4.

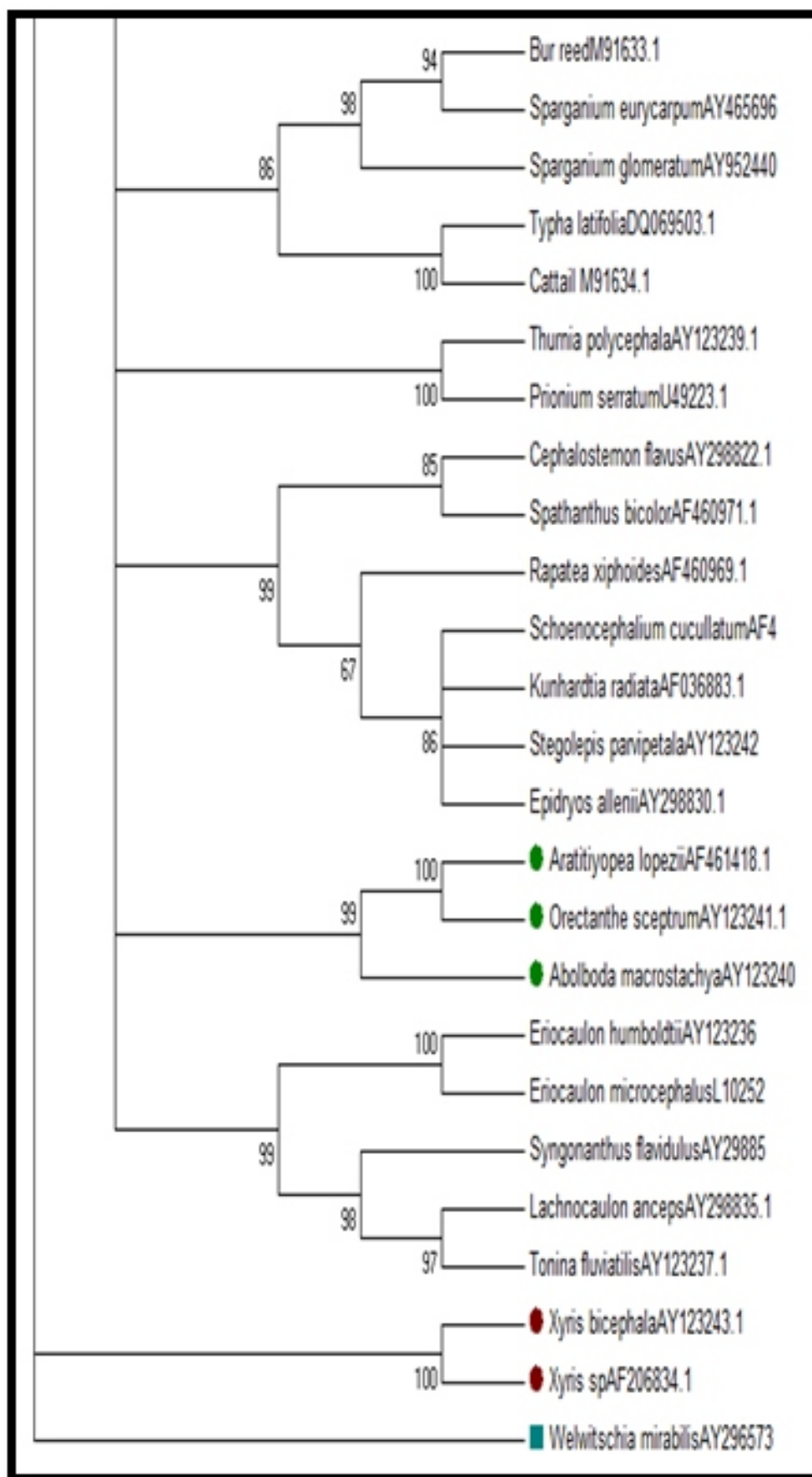


Figura 2. Imagen arrojada por el sistema donde se observan parte de los clados ante los resultados previamente explicados en los resultados ítems 4.

tum

Este clado está sustentado por un 99 % de bootstrap, *Cephalostemos flavus*, *spatanthus bicolor*, *Rapatea xiphoides*, *Schoenocephalum cucullatum*, *Epidyos allenii*, *Stegolepis parvipetala*, *Kunhardtia radiata*

Mientras que el clado final está sustentado por un 99 % de bootstrap, *Eriocaulon humboldtii*, *Eriocaulon microcephalus*, *Syngonanthus flavidulus*, *Lanchnocaulon anceps*, *Tonina fluviatis*.

Conclusiones

Se puede concluir que la familia **Xyridaceae** no es monofilética ya que presenta una politomía basal en la cual se ubican los ejemplares del género **Xyris**, mientras que los géneros **Orectanthe sceptrum**, **Aratitiopea lopezii** y **Abolboda macrostachya** conforman un clado sustentado por un 99 % bootstrap, sustentando la propuesta de la familia **Abolbodaaceae** Nakai (1943).

También se puede establecer que la familia **Abolbodaaceae** Nakai (1943) hoy unidas en la familia **Xyridaceae** C.Agardh (1823), compuesta por las especies **Orectanthe sceptrum**, **Aratitiopea lopezii** y **Abolboda macrostachya**, son endémicos del Norte de Sur América, por esta razón histórica y evolutiva nos permitimos inferir que la familia **Abolbodaaceae** es un grupo natural.

La posición de los especímenes del género **Xyris** en las topologías generadas en los análisis preliminares realizados en este trabajo aplicando Máxima La Parsimonia (MP), permite establecer que los ejemplares se ubican en la base del árbol separándose del grupo interno por efecto del LBA (Long Branch Attraction).

Referencias

- Picard, X y Goddard, D. (1972). *Sedimentación de carbonatos en las islas Larga, Alcatraz y Santo Domingo, estado Carabobo*. Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo 15: 54-65p.
- Campbell, L. M. (2004). *Xyridaceae*. Pp. 492-493. En: N. Smith et al., Eds. *Angiospermas en el Neotrópico*. Princeton University Press.
- Campbell, L. M. (2004). *Anatomía y Sistemática de Xyridaceae con especial referencia a Aratitiopea*. Disertación. Universidad de la Ciudad de Nueva York.
- Carlquist, S. (1960). Anatomy of Guayana Xyridaceae: Abolboda, Orectanthe, and Achlyphila. *Mem. New York Bot. Gard.* 10(2): 65-117.
- Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Chase, M.W., D.E. Soltis, P.S. Soltis, P.J. Rudall, M.F. Fay, W.H. Hahn, S. Sullivan, J. Joseph, M. Molvray, P.J. Kores, T.J. Givnish, K.J. Sytsma & J.C. Pires. (2000). *Higher-level systematics of the monocotyledons: an assessment of current*

knowledge and a new classification. In: *Monocots: Systematics and Evolution* (Wilson, K.L. & D.A. Morrison, eds.), pp. 3-16.

- Davis, J.I., D.W. Stevenson, G. Petersen, O. Seberg, L.M. Campbell, J.V. Freudenstein, D.H. Goldman, C.R. Hardy, F.A. Michelangeli, M.P. Simmons, C.D. Specht, F. Vergara-Silva & M.A. Gandolfo (2004). A phylogeny of the monocots, as inferred from rbcL and atpA sequence variation, and a comparison of methods for calculating jackknife and bootstrap values. *Syst. Bot.* 29: 467-510.
- Givnish T. ; Ames, M. ; McNeal, J. ; McKain, M. ; Steele, P. ; de Pamphilis, C. ; Graham, S. ; Pires, J. ; Stevenson, D. ; Zomlefer, W. ; Briggs, B. ; Duvall, M. ; Moore, M. ; Heaney, J. ; Soltis, D. ; Soltis, P. ; Thiele, K. & Leebens-Mack, J. (2010). Montaje del árbol de las monocotiledóneas: secuencia de plastome filogenia y evolución de Poales. *Annales del Missouri Botanical Garden* 97: 584-616.
- Kral, R. (1998) *Xyridaceae*. Pp. 461-469. En: K. Kubitzki, ed. *Las familias y géneros de plantas vasculares*. Vol. IV. Alismatanae y Commelinanae (excepto Gramineae). Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, Nueva York.
- Maguire, B. & J.J. Wurdack (1960). *Xyridaceae*. In: (Maguire, B., J.J. Wurdack & Collaborators, eds.), pp. 1-19. *The botany of the Guayana Highland—Part IV. Mem. New York Bot. Gard.* 10(2): 1-37.
- Michelangeli, F.A., J.I. Davis & D.W. Stevenson (2003). Phylogenetic relationships among Poaceae and related families as inferred from morphology, inversions in the plastid genome, and sequence data from mitochondrial and plastid genomes. *Amer. J. Bot.* 90: 93-106.
- Nakai, T. (1943). *Ordines, familiae, tribi, genera, sectiones, species, varietates, formae et combinationes novae a Prof. Nakai-Takenosin adhuc ut novis edita*. Appendix. Imperial University, Tokyo.
- Seddon, G. (1974). Xerophytes, xeromorphs, and sclerophylls: the history of some concepts in ecology. *Biol. J. Linn. Soc.* 6: 65-87.
- Thorne, R.T. (2000). *The classification and geography of the monocotyledon subclasses Alismatidae, Liliidae, and Commelinidae*. In: *Plant Systematics for the 21st Century* (Nordenstam, B., G. El-Ghazaly, M. Kassas & T.C. Laurent, eds.), pp. 75-124. Portland Press, London.
- Van Fleet, D.S. (1961). Histochemistry and function of the endodermis. *Bot. Rev.* 27: 165-220.
- Wanderley, M.G.L. (1992). *Estudos Taxonômicos no Gênero Xyris L. (Xyridaceae) da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Ph.D. Dissertation. Instituto de Biociências, São Paulo.



En los últimos 20 años las pérdidas económicas por desastres climáticos han aumentado 151% y 1,3 millones de vidas se perdieron en el mismo periodo. Estados Unidos es el país que más pérdidas ha registrado según la ONU, seguido de China y Japón. Obtenido en: <https://www.instagram.com/p/BpLHjeoF1jo/?taken-by=rendivalores>

Evaluación del efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad de la fibra de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

*Evaluation of the effect of two tillage systems on yield, its components and the quality of cotton fiber (*Gossypium hirsutum* L.).*

*Avaliação do efeito de dois sistemas de plantio direto sobre o rendimento, seus componentes e a qualidade da fibra do algodão (*Gossypium hirsutum* L.).*

Aniceth Reina¹ Manuel Guzmán² Jesús Ávila Meleán³ María Marta Anzalone⁴

Recibido: 4-10-18; Aprobado: 6-11-18

Resumen	Abstract	Resumo
En la Colonia Agrícola Turen, Venezuela, año 2012, se evaluó la preparación del suelo con mínima labranza (ML) y labranza convencional (LC), sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad de la fibra del algodón. Se usó el diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, la unidad experimental de 36 hileras de 10 m a 1 m. Se tomó una muestra por tratamiento y por repetición para determinar rendimiento de fibra (R), y una submuestra para calidad de fibra. Se detectaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en el rendimiento, diámetro del tallo (DMT), número de ramas fruteras (NRF) y número de bellotas (NB) y una diferencia de ($p < 0,01$) para altura de planta (AP), altura del primer fruto (APFR). Los valores de R, AP, DT, NRF y NB fueron mayores en el tratamiento LC al comparar con ML (2.738,34 vs 2.568,45 kg/ha; 162,73 vs 148,63; 10,48 vs 8,33 cm; 17,50 vs 12,03 y 18,87 vs 15,10, respectivamente). Por su lado APFR resultó superior en el tratamiento ML (26,46 vs 17,43 cm). Para calidad de fibra, no evaluada estadísticamente, se consideró la longitud de fibra índice de uniformidad, resistencia y finura, se observó una mayor resistencia y menor de finura de fibra en el tratamiento ML.	At Colonia Agrícola Turen, Venezuela, 2012, soil preparation was evaluated with minimum tillage (ML) and conventional tillage (LC), on the yield, its components and the quality of the cotton fiber. The random block design was used, with three repetitions, the experimental unit of 36 rows of 10 m to 1 m. A sample was taken by treatment and by repetition to determine fiber yield (R), and a subsample for fiber quality. Statistical differences were detected ($p < 0.05$) in yield, stem diameter (DMT), number of fruit branches (NRF) and number of acorns (NB) and a difference of ($p < 0.01$) for height of plant (AP), height of the first fruit (APFR). The values of R, AP, DT, NRF and NB were higher in the LC treatment when compared to ML (2,738.34 vs 2,568.45 kg/ha, 162.73 vs 148.63, 10.48 vs 8.33 cm; 17.50 vs 12.03 and 18.87 vs 15.10, respectively). On the other hand, APFR was higher in the ML treatment (26.46 vs 17.43 cm). For fiber quality, not statistically evaluated, fiber length was considered as the index of uniformity, strength and fineness, greater strength and less fiber fineness were observed in ML treatment.	Na colônia agrícola Turen, Venezuela, 2012, foi avaliada a preparação do solo com preparo mínimo do solo (ML) e plantio convencional (LC), sobre o desempenho, seus componentes e a qualidade da fibra do algodão. O delineamento de blocos ao acaso com três repetições, foi usada a unidade experimental de 36 linhas de 10 m a 1 m. Para o tratamento e a repetição, foi colhida uma amostra para determinar o desempenho da fibra (R) e uma subamostra para fibra de qualidade. Diferenças estatísticas foram detectadas ($p < 0,05$) no rendimento, haste diâmetro (DMT), número de ramos de fruta (NRF) e número de bolotas (NB) e uma diferença de ($p < 0,01$) altura de planta (AP), altura da primeira fruta (APFR). Os valores de R, AP, DT, NRF e NB foram maiores no tratamento de LC, quando comparado ao ML (2.738,34 vs 2.568,45 kg/ha; 162,73 vs 148,63; 10,48 vs 8,33 cm; 17,50 vs 12,03 e 18,87 vs 15,10, respectivamente). Enquanto isso APFR foi superior no tratamento de ML (26,46 vs 17,43 cm). Fibra de qualidade, não avaliada estatisticamente, considerou-se o comprimento da uniformidade de índice da fibra, força e fineza; observou-se maior resistência e finura da fibra no tratamento ML menor.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Algodón, algodão, cotton, preparación suelo, preparação de solo, rendimento e fibra, rendimento y fibras, soil preparation, yield and fibers.

¹ Ing° Agr°, MSc, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Portuguesa (INIA-Portuguesa). Correo-e: aniceth@hotmail.com

² Ing° Agr°, Dr. INIA-Portuguesa. Correo-e: 3301.manuelguzman1983@gmail.com

³ Ing° Agr°, MSc. INIA-Portuguesa. Correo-e: javilaster@gmail.com

⁴ Licd° Educ° Agrop°. INIA-Portuguesa. Correo-e: sancataldo65@gmail.com

Introducción

El área sembrada con algodón en el país ha disminuido en el período 1975-2012 un 55,7 %; mientras que la fibra disminuyó en un 49,2 %, durante ese mismo período, según el Ministerio de Agricultura y Tierras. En el año 2013 se sembraron 26.312 hectáreas con este rubro, generando una producción de 26.015 toneladas de algodón en rama; sin embargo, esta producción generó un déficit de algodón de fibras media y larga de unos cinco millones de kilogramos, debiéndose importar las mismas desde varios países de Suramérica (Reina *et al.*, 2011). Este déficit en la producción de algodón a nivel nacional se debe a muchos factores, como la falta de semillas de calidad, la falla en la generación de nuevas variedades, la falta de insumos como herbicidas, insecticidas y fertilizantes, pero estos factores se pudieran subsanar con la implementación de políticas adecuadas de comercialización por parte de organismos oficiales quienes actualmente controlan la importación de los mismos y manteniendo una conexión apropiada con los productores. Por su lado, la falta de variedades adecuadas podría subsanarse reiniciando los programas de investigación con el fin de generar nuevos cultivares, actividad que era conducida principalmente por el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), el organismo de investigación del estado. Entre las prácticas agrícolas para la siembra, la preparación del suelo para la siembra del algodón en la actualidad se realiza utilizando el sistema tradicional, sistema que consiste en utilizar la rastra como el implemento principal; pero en los últimos años se ha comenzado a utilizar el sistema de mínima labranza, sin embargo, el efecto de las bondades del uso de ambos sistemas sobre las propiedades físicas del suelo, el rendimiento del cultivo y los componentes del mismo, así como sobre la calidad de la fibra, no ha estudiado adecuadamente, al punto que se elaboró un proyecto de investigación, enmarcado en el Plan de la Patria 2010-2019, respaldado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrí-

colas (INIA) con el cual se pretende conocer como estos sistemas de preparación de suelo afectan el cultivo.

En un trabajo realizado (Bravo y Florentino, 1999) para medir el efecto de estos sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y sobre el rendimiento del algodón, no se encontraron diferencias estadísticas para la variable sistemas de labranza señalados, sugiriendo que el factor lluvia caída durante todo el ciclo del cultivo, posiblemente no permitió expresar el efecto de los tratamientos, ya que se considera que uno de los posibles efectos de ambos sistemas pudiera estar reflejado en mejorar de la capacidad de retención de humedad por parte del suelo. En otra investigación sobre rendimiento y calidad de la fibra de algodón como respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno evaluada por tres años (Palamo *et al.*, 2004), encontraron diferencias en las variables rendimiento en algodón hueso, en algodón pluma y la calidad de fibra; para los efectos simples año, riegos y dosis de N; y no así para las interacciones de primer y segundo orden, lo cual sugiere que los efectos de los factores en estudio son independientes; la mejor producción de algodón hueso y de algodón pluma se obtuvo en el primer año y disminuyendo hacia el tercer año de estudio, sugiriéndose que las variaciones ambientales interanuales pueden afectar el rendimiento; en relación a la calidad de la fibra, tampoco se detectaron diferencias estadísticas para el efecto de las interacciones, y el efecto año de siembra mostró mayor influencia sobre la finura de fibra que para la longitud de la misma, observando una variación entre el primer y el último año de 14 % para la finura de la fibra; y 4 % para la longitud de la misma, comportamiento que le atribuyen a la temperatura, ya que la precipitación fue escasa.

En otro estudio (Estrada *et al.*, 2008) concerniente al rendimiento y la calidad de la fibra de algodón sembrado en surcos ultraestrechos durante varios años, encontraron que los rendimientos de algodón hueso y pluma fueron su-

periores durante el primer año de estudio, no encontraron diferencias entre las interacción año x espaciamiento, ni entre año x variedades; lo que hace presumir que la diferencia en el rendimiento lo puede causar algún efecto no considerado en este estudio.

Como objetivo del presente estudio se estableció evaluar el efecto del sistema de labranza convencional y el de mínima labranza sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad de la fibra del algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

Metodología

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en el Campo Experimental de Turén (INIA), estado Portuguesa, Venezuela; ubicado geográficamente en las coordenadas 9°16'49" latitud norte y 69°57'14" longitud oeste, y a una altitud de 215 m s.n.m.; durante el ciclo de siembra del año 2012 (julio 2012-febrero 2013). El clima de la zona corresponde a clima tropical de sabana, según Köppen (Wikipedia, 2017); y está caracterizado por una precipitación promedio anual de 1432 mm, una temperatura media anual de 27,1°C (Velásquez *et al.*, 2007). Según este mismo autor, el suelo de esa localidad es un Inceptisol, clasificado como Fluventic Haplustepts (francosa gruesa, mixta, isohipertérmica). El diseño de campo fue el de bloques al azar, con tres repeticiones, teniendo la unidad experimental una superficie de 360 m², con hileras de 10 m, separadas a 1 m, cosechándose para el estudio 8 m de las treinta y cuatro hileras centrales. Se evaluaron 2 tratamientos de preparación del suelo para la siembra: (i) labranza convencional (LC), consistente en cuatro pases de rastra a la profundidad de 20 cm, previo a la siembra, y (ii) mínima labranza (ML) o sin laboreo, consistente en plantar el cultivo sin preparación del suelo. Se sembró la variedad de algodón SN-290 de uso comercial. Previo a la siembra, las parcelas fueron acondicionadas con un pase de rotativa y la aplicación de herbicida sistémico Glyphosato (4 l.ha-1). Se

Tabla 1.-Característica físico – químicas del C.E. Turén, estado Portuguesa.

Variable	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20-30
% de Arena	44	44	44
% de Limo	38	38	38
% de Arcilla	18	18	18
Textura	F	F	F
Fósforo (pm)	5 B	1 B	1 B
Potasio (pm)	68 B	32 B	36 B
Calcio (ppm)	2.200 MA	2.200 MA	2.200 MA
Mat. Orgánica (%)	2,20 M	1,60 B	2,10 B
Ph 1: 2,5	7,2	7,6	7,7
C.E. 1: 2,5 mmhos/cm.	0,20 B	0,20 B	0,20 B
Magnesio ppm.	402 MA	402 MA	402 MA
Al (meq/100g)	0,1 B	0,1 B	0,1 B
Densidad Aparente g/cm ³	1,31	1,50	1,58
Macroporos (%)	19,00	13,48	11,16
Microporos (%)	44,00	40,37	39,70
Porosidad total (%)	25,70	27,87	28,04
Resis. Mec. N° Golpes /cm	40	40	35

M: medio; A: alto; B.: bajo; MA: muy alto. Fuente: Laboratorio de suelo del INIA. 2000

aplicó una fertilización al momento de la siembra de 300 kg/ha de una fórmula completa 12-24-12, equivalentes a unos 36, 72 y 36 kg ha⁻¹ de N, P205 y K20, respectivamente. A los treinta días después de la siembra se efectuó un entre saque dejando, aproximadamente, cinco plantas por metro lineal, para una densidad final de 50.000 plantas.ha⁻¹, en ese momento se realizó un reabono con úrea a razón de 150 kg ha⁻¹, colocando el fertilizante en bandas a 4 cm de profundidad. Para la medición de la resistencia a la penetración se utilizó el penetrómetro de impacto con punta cónica Mod. Plana, cuyos valores fueron transformados con la curva de penetrómetro de impacto (Pla, 1983) en Mpa/m³, correspondiendo a 1 unidad MPa a dos golpes dados por el instrumento en cada punto.

Las variables estudiadas fueron el rendimiento del algodón en rama proveniente de la cosecha de 5 m lineales de los 4 hilos centrales de la unidad experimental, expresados en kg.ha⁻¹, peso de 50 bellotas colectando 10 muestras de 50 bellotas abiertas por completo por tratamiento y tomadas al azar en la unidad experimental, al momento de la madurez fisiológica y expresado en g.planta⁻¹; las demás variables, componentes del rendimiento, altura de planta, diámetro del tallo, altura de la primera rama frutera y número de ramas fruteras, fueron determinadas en 10 plantas por tratamiento tomadas al azar. Cada planta se conside-

ró como una observación por tratamiento.

Las variables relacionadas con las características de la fibra se definen como sigue: Porcentaje de Fibra, es el peso expresado en porcentaje de la fracción del total del algodón en rama que corresponde a la fibra de algodón propiamente dicha y se calcula como sigue: %Fibra = (Peso de Fibra / Peso de Fibra + Semilla) x 100, tomándose una muestra por repetición en cada tratamiento. La Calidad de Fibra se midió recolectando una submuestra al azar, en cada una de las muestras que se tomaron para determinar el porcentaje de fibra; estas muestras se enviaron al Laboratorio del Fondo de Desarrollo Algodonero, para su análisis. El Análisis de la Fibra se expresa en los siguientes términos: longitud, índice de uniformidad, resistencia y finura; términos que se describen a continuación: longitud (dec pulg) permite clasificar las fibras en fibra corta, fibra media, fibra media larga, fibra larga y fibra extra larga con longitudes de 0,84 a 0,96; de 1,00 a 1,12; de 1,12 a 1,15; de 1,15 a 1,50 y superior a 1,50, respectivamente; la medición se realiza con un fibrógrafo digital.

El Índice de uniformidad (%), se refiere la frecuencia de distribución de las diferentes longitudes de las fibras colocadas en los peines del fibrógrafo, indicando la cantidad de fibra promedio medida para cada muestra. Resistencia (lb/Pulg²): se refiere a la fuerza que hay que ejercer sobre unidad de área para romper la fibra de algodón. Se mide con un equipo Pressley; la finura se refiere a lo delgado de la fibra por lo que los valores más bajos resultarán para fibras más finas, para su medición se utiliza un equipo de nombre Micronaire.

Análisis de los resultados

Rendimiento de algodón en rama.

En el análisis de la varianza para el rendimiento de algodón en rama se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), (tabla 2), con valores de 2.738,34 y 2.568,45 kg/ha, para los tratamientos LC y ML, respectivamente.

Estos resultados difieren con los reportados por otros autores (Reina *et al.*, 2011), quienes no encontraron diferencias en el rendimiento de algodón en rama cuando se compararon tratamientos de labranza. Tampoco otros autores encontraron diferencias en esta variable (Brown *et al.*, 1985; Yoo, *et al.*, 1988 y Bravo y Florentino, 1997), ellos sugieren utilizar un mayor número de ciclos de evaluación hasta donde el suelo se estabilice, ante la presunción que el trata-

Tabla 2. Análisis de la varianza para la variable rendimiento algodón en rama.

F de V	G de L	Cua Med.
Rep	2	2.962
Trat	1	168.886*
Error	20	35.527
Total	23	-
% CV	-	14,64

*Diferencias estadísticas al nivel $p \leq 0,05$.

miento ML pudiera expresar mejor su comportamiento y hasta se podría superar al promedio del rendimiento del tratamiento LC. En la actualidad los costos directos de producción en el tratamiento ML son menores que los de LC, ya que se dejan de realizar 4 pases de rastra; por lo que es interesante ver si esa disminución en los costos compensa el valor de la producción que se obtiene con el rendimiento en ML, desde el punto de vista de la rentabilidad económica, ya que los costos en ML son menores y se estaría ahorrando unos 12.000,00 bs/ha (para el año de realización del estudio) ya que, por ejemplo, para el año 2015 el costo promedio del pase de rastra se ubicaba entre 2.500,00 y 3.000,00 bs/ha. Lo que

si se puede asegurar es que tratamiento ML le confiere una mayor "rentabilidad ecológica" al ambiente y al suelo en términos de sustentabilidad y sostenibilidad al no disturbar al suelo como lo hace LC.

ALTURA DE PLANTA (AP), ALTURA DEL PRIMER FRUTO (APFR), DIÁMETRO DEL TALLO (DMT), NÚMERO DE RAMAS FRUTERAS (NRF) Y NÚMERO DE BELLotas (NB).

En el análisis de la varianza para cada una de estas variables, como componentes del rendimiento (Tabla 3) se detectaron diferencias estadísticas ($p < 0,01$) para las variables altura de planta (AP) y altura del primer fruto (APFR); mientras que para las variables diámetro medio del tallo (DMT), número de ramas fruteras (NRF) y número de bellotas (NB) se detectaron diferencias al $p \leq 0,05$ entre tratamientos. Al comparar los valores promedios de cada una de estas variables para los tratamientos estudiados, tabla 4, se observa que las variables AP, DMT, NRF y NB, mostraron mayores valores en el tratamiento LC; solamente el promedio para APFR fue mayor en el tratamiento ML.

Comportamiento que se deba posiblemente a la mayor aireación, mayor disponibilidad de humedad, mejor desarrollo del sistema de raíces y menor resistencia a la penetración de la raíz refleja para LC. El comportamiento de la variable NB, coincide con lo indicado por otros autores (Pettigrew y Jones, 2001) cuando señalan una reducción de la misma hasta un 8% bajo labranza cero al comparar con LC; por su lado (Reina *et al.*, 2011), reportó una disminución del NB de 6,57% al comparar el tratamiento ML con el rendimiento de LC, igual comportamiento reportaron (Mobley y Albers, 1993).

El comportamiento de la APFR, mostró un promedio mayor para el tratamiento ML al comparar con LC (26,46 y 17,33 cm; respectivamente), esto sugiere que esta variable puede estar influenciada por factores no considerados en este estudio, o que las condiciones de menor desarrollo de las raíces, la menor humedad y porosidad del suelo en el tratamiento LC favorecen una menor altura de fructificación.

Calidad de la fibra de algodón.

Aunque no fueron analizadas estadísticamente, en la tabla 5 se muestran los valores promedios de porcentaje, finura, resistencia y longitud de la fibra de algodón, variables utilizadas para evaluar la calidad de la fibra. En este cuadro se puede apreciar que la variable % de fibra fue prácticamente similar para los tratamientos estudiados (38,57 y 38,35 %, para ML y LC, respectivamente). Por su lado, la finura de la fibra y la longitud fue mayor en el tratamiento LC sobre ML, con 5,13 y 4,86 μm y $1_5/16$ y $1_3/16$, respectivamente. La resistencia por su parte fue mayor en ML que en LC con 86,67 y 84,66 $10^3 \cdot \text{pulg}^3$, respectivamente.

En el tratamiento de mínima labranza se encontró una pequeña disminución en la finura de la fibra, lo cual es deseable para la industria. Los presentes resultados confirman lo reportado por Mobley y Albers (1993), Yalçın y Uçucu (1999), Pettigrew y Jones (2001) y Yalçın *et al.* (2005), donde calidad de la fibra puede verse afectada por el tipo de labranza al

Tabla 3. Valor de los cuadrados medios para las variables bajo estudio.

F de V	gl	A de Pla	APFR	DMT	NRF	NB
Rep.	2	448,52	0,03	0,0782	2,817	82,117
Trat.	1	2.898,15**	1.159,63**	69,1227*	448,217*	212,817*
Error	56	128,84	0,36	0,4046	1,265	8,892
Total	59	-	-	-	-	-
% CV	-	7,29	2,74	6,76	7,62	17,56

** Diferencias estadísticas al nivel $p < 0,01$. *Diferencias estadísticas al nivel $p \leq 0,05$, Alt. Pla=Altura de planta, APFR=Altura del primer fruto, DMT=Diámetro medio del tallo, NRF=Número de ramas fruteras, NB=Número de bellotas.

Tabla 4. Valores promedio de las variables componentes del rendimiento en algodón en rama bajo dos sistemas de preparación de suelo.

Variable	ML $\pm$ (DS)	LC $\pm$ (DS)
Alt Pla.	148,63b $\pm$ 10.964	162,73a $\pm$ 12,072
APRF	26,46a $\pm$ 0,542	17,63b $\pm$ 0,6409
DMT	8,33b $\pm$ 0,578	10,48a $\pm$ 0,6727
NRF	12,03b $\pm$ 0,900	17,50a $\pm$ 1,352
NB	15,10b $\pm$ 2,224	18,87a $\pm$ 4,223

ML= Mínima labranza, LC=Labranza convencional, Alt. Pla=Altura de planta; APRF=Altura del primera rama frutera, DMT=Diámetro medio del tallo, NRF=Número de ramas fruteras, NB=Número de bellotas. DS = desviación estándar. (*) medias de tratamiento con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%

Tabla 5. Valores promedios de porcentaje, finura, resistencia y longitud de la fibra de algodón para los diferentes tratamientos de labranza.

Tipo de labranza	% de fibra	Finura de la fibra (µm)	Resistencia (10 ³ .pulg ³)	Longitud (pulg)
ML	38,57	4,86	86,67	1 ³ /16
LC	38,35	5,13	84,66	15/32

ML= Mínima labranza; LC= Labranza convencional.

cual fue sometida la planta, sin embargo, hay que prestar especial interés en la manera como se cosecha y desmota, ya que pueden crearse alteraciones en los resultados de calidad, por condiciones de muestreo y/o almacenamiento de la fibra. Se sugiere continuar con los estudios a nivel de fibra, ya que puede estar influenciados por el ambiente y no del genotipo, tomando en cuenta que las características de fibra están controladas por numerosos genes y su interacción Yalçin *et al.* (2005).

Conclusiones

El mayor rendimiento, la mayor altura de planta y el número de bellotas, fueron encontrados en plantas bajo labranza convencional, ya que le permitió a la planta mejores condiciones para su desarrollo.

El sistema de mínima labranza generó una disminución en la finura de la fibra, lo cual es de interés para la industria.

Las bondades del sistema de preparación de suelos con mínima labranza, no se pueden observar con un solo año de evaluación, por lo que se sugiere la realización de este tipo de evaluación de, al menos, tres años.

Bibliografía

- Bohm, W. (1979). *Methods of studying root systems*. Springer Verlag. Heidelberg. New York. 49 – 53.
- Bravo, C. y A. Florentino (1997). Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento del algodón. *Bioagro*. Vol. 9 (3): 67 - 75
- Brown, S.M., T. Whitwell, J.T. Touchton and C.H. Burmester (1985). Conservation tillage system for cotton production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:1256-1260.
- Delgado, R., L. Castro y E. Cabrera (2008). Relación entre propiedades físicas del suelo y algunas características del sistema radical del maíz, cultivado en un suelo fluventic haplustoll de textura franco-arenosa de Maracay, Venezuela. *Agronomía Trop.* 58 (3): 245-255.
- Estrada, O., G. Palomo, A. Espinoza, S. Rodríguez y T. Ruiz, T. (2008). Rendimiento y Calidad de Fibra del algodón cultivado en surcos ultra – estrechos. *Revista Fitogenética, AC.* 31(3): 79 – 83.
- Lal, R. (1979). *Importance of tillage systems in soil and management in the tropics*. In: Soil tillage and crop production. IITA Proc. Serie N° 2: 25 – 32.

Mobley, J.B. and D.W. Albers (1993). *Evaluation of cotton growth in ridge till systems in Southeast Missouri*. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana, USA, pp. 508-509.

Palomo, A., A. Gaytan, R. Faz, D. Reta y E. Gutiérrez (2004).

Rendimiento y calidad de la fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Revista Terra Latinoamericana*. 22 (2): 299-305.

Pettigrew, W., and Jones, M. (2001). Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley alluvial flood plain. *Agronomy Journal* 93: 1398-1404.

Reina, A., M. Guzmán, L. Velázquez, T. Rondón, L. Vilain, M. Anzalone, D. Araujo, J. Pérez, J. (2011). *Respuesta del cultivo de algodón (Gossypium hirsutum L.) a dos sistemas de labranza en un suelo Inceptisol del estado Portuguesa, Venezuela*. VI Congreso Venezolano de Suelo. Calabozo, estado Guárico. p 68.

Velásquez, L., B. Lozada, M. León, M. Anzalone y A. Reina (2007). *Caracterización Climática de Turén*. I Congreso Venezolano de Agrometeorología. INIA, FUNDACITE-Anzoátegui. El Tigre. p 2.

Yalcin, U. and R. Ucucu (1999). *Analysis of different cotton farming techniques in terms of agriculture machinery management*. First Symposium on Cotton Agriculture, Fibre Technology and Textile in Turkish World, Kahramanmaraş, pp. 54-65.

Yalcin, U., U. Aydin and R. Ucucu (2005). Effects of reduced tillage and planting systems on seed cotton yield and quality. *Turk J Agric For.* 29:401-407.

Yoo, K., Touchton, J. and Walker, R. (1988). Runoff, sediment and nutrient losses from various tillage systems of cotton. *Soil Tillage Res.* 12:13-24.





7 ideias para reduzir o consumo de plástico no dia a dia*

O plástico foi uma das invenções humanas que alcançaram um alto nível de popularidade. Ainda é difícil imaginar uma rotina sem qualquer resquício do produto, porém a preocupação com o meio ambiente e a poluição pedem maior atenção a esse problema. É preciso frear o consumo de plástico, que só vem aumentando ano após ano.

Para se ter uma ideia, desde 1950, quando a produção começou, a indústria fabricou 8,3 bilhões de toneladas métricas de plástico. Dessa quantidade, apenas 9% foram reciclados desde então.

O uso contínuo e irresponsável do plástico gera problemas ambientais graves. A ilha de lixo que vem se formando nos últimos anos no oceano Pacífico e animais mortos são apenas alguns exemplos. O plástico oferece consequências negativas ao meio ambiente, não apenas em sua produção como também em seu descarte.

Lei municipal no Rio baniu o consumo de plástico em bares

Por esse motivo, o uso de plástico no dia a dia deve ser moderado. Canudos de plástico, por exemplo, foram recentemente banidos da cidade do Rio de Janeiro. Uma lei municipal obrigou estabelecimentos comerciais a utilizarem canudos feitos de papel biodegradável. A lei é pioneira no país, e espera-se que outros municípios e estados sigam essa tendência.

Você também pode colaborar com atitudes simples em seu dia a dia para reduzir o consumo de plástico. Confira algumas dicas para isso:

1. Repense suas atitudes

A primeira coisa que se deve considerar é: qual a sua relação com o plástico? Será que você está utilizando demais? Quais utensílios podem ser substituídos em sua rotina? Tenha em mente o uso consciente do plástico na hora de reavaliar a quantidade dele no seu dia a dia. Uma mudança radical não é necessária, claro – mas é preciso que você tenha critérios bem definidos para começar a reduzir o plástico significativamente. E não se engane: qualquer redução, por menor que seja, já ajuda!

2. Pare de usar garrafinhas de plástico

Mesmo as pessoas bem-intencionadas já pensaram que reutilizar as garrafinhas de plástico comuns pode ser uma forma sustentável de economizar com o plástico. Mas não é bem assim. Por serem frágeis, essas garrafas perdem a durabilidade com o tempo, fazendo com que sejam inevitavelmente trocadas. Além disso, um fator mais importante é a sua saúde: as garrafinhas de água têm maior propensão a serem contaminadas por bactérias diversas. Também há outro problema: o Bisfenol A (BPA), um composto utilizado na fabricação do plástico, pode se desprender das garrafas com o tempo e contaminar a água.

Por esses motivos, prefira garrafas de vidro ou alumínio, que podem ser reutilizadas e não oferecem riscos à saúde se forem lavadas corretamente após o uso.

3. Você utiliza cosméticos com esfoliantes sintéticos? Chegou a hora de parar

Muitos cosméticos levam plástico em sua fabricação, e alguns esfoliantes não fogem à regra. Para reduzir o consumo de plástico com esses produtos, você pode recorrer à opção de fabricar os seus próprios esfoliantes com receitas simples, como você pode conferir nesta matéria.

4. Pratique o upcycling

Você já ouviu falar em upcycling? É uma prática Do It Yourself (DIY, “Faça Você Mesma” em português) que consiste em repensar em novas funções para objetos velhos. Muitos produtos de plástico, ao invés de irem para o lixo, podem servir para outras coisas em sua casa, como, por exemplo, decoração. Dê asas à sua imaginação e comece a praticar o upcycling com o que você tem em casa!

5. Utilize sacolas retornáveis de algodão

Muitos supermercados já estão adotando essa ideia: o consumo de sacolas plásticas vem sendo substituído pelo de sacolas retornáveis, feitas de algodão, mais resistentes e que podem ser utilizadas mais de uma vez. É uma grande ajuda ao meio ambiente e a sua casa, já que sacolas plásticas são altamente prejudiciais e enchem o seu lar de sacolas que nunca serão reutilizadas – ou apenas irão para o lixo de qualquer forma, contribuindo para a poluição.

6. Prefira as fraldas de pano

Se você ainda utiliza as fraldas de plástico para o seu bebê, pense de novo. Muita gente pensa que as fraldas de pano não são econômicas, mas não é bem assim: na verdade, gasta-se mais com fraldas descartáveis ao ano do que com fraldas de pano. Com o bônus de que elas não agredem o meio ambiente! Além disso, oferecem muito menos riscos à saúde do bebê do que fraldas descartáveis quando são lavadas frequentemente e de forma correta.

7. Esqueça os canudos!

Já falamos que os canudos de plástico já começam a ser banidos em algumas cidades do Brasil, mas você pode começar a bani-los de sua vida hoje mesmo. O canudo não possui nenhuma outra função específica na hora de beber um suco ou refrigerante, e quase nunca são utilizados novamente (nem devem!). Por isso, prefira beber sem eles ou utilizar canudos feitos com produtos biodegradáveis.

*<https://www.selecoes.com.br/economia/como-reduzir-o-consumo-de-plastico/>

Determinación del grado de recuperación metalúrgica de vanadio (V) contenidos en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar

Determination of degree of metallurgical recovery of vanadium (V) contained in tailings sands produced in small gold mining, at Las Claritas sector, Sifontes municipality, Bolivar state

Determinação do grau de recuperação metalúrgica de vanádio (V) contido nas areias de rejeitos produzidos na mineração artesanal de ouro, em sector Las Claritas, município de Sifontes, estado Bolívar

Víctor González¹ Yarulsi García² Gisela Silva³

Recibido: 25-2-18; Aprobado: 19-7-18

Resumen	Abstract	Resumo
La investigación se enmarca en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar, Venezuela, para aportar información experimental, del procesamiento de las arenas de relaves para la obtención de Vanadio en forma de pentóxido y algún otro elemento de interés, preliminarmente a través de ensayos y métodos de laboratorio ya existentes y aplicados a otros tipo de materiales. El método aplicado para la recuperación metalúrgica es el método de Marcha Analítica utilizando carbonato de sodio para disolución en medio alcalino y posterior acidificación para obtener un precipitado que contiene el o los metales en cuestión. Como resultados relevantes se tiene que las concentraciones finales en el precipitado de los metales vanadio, cobalto, níquel, zinc y magnesio fueron en promedio 2.529, 976, 344.431 y 13.782 ppm, respectivamente, reflejándose que el níquel fue el metal que tuvo un mayor enriquecimiento donde su concentración aumentó 12.900 veces en relación a su concentración inicial en la muestra cabeza, seguido por el zinc, vanadio, cobalto y manganeso con 932, 34, 25 y 18 veces, respectivamente. Con este ensayo se concluye que este proceso de marcha analítica en medio alcalino con carbonato de sodio no tiene mucha eficiencia en la recuperación metalúrgica de vanadio para este tipo de arenas ricas en sílice, hierro y aluminio, ya que solo se alcanzó una recuperación metalúrgica de 0,25 %. Por otro lado, el níquel si reaccionó bien a este proceso alcanzando una recuperación metalúrgica de 94 % en promedio.	<i>The research is part of tailings sands produced in small gold mining at Las Claritas sector, Sifontes municipality, Bolivar state, Venezuela, to provide experimental information on the processing of tailings sands to obtain Vanadium in form of pentoxide and some other element of interest, preliminary through tests and laboratory methods already existing and applied to other types of materials. The method applied for metallurgical recovery is the Analytical March method using sodium carbonate for dissolution in an alkaline medium and subsequent acidification to obtain a precipitate containing the metal(s) in question. As relevant results, the final concentrations in the precipitate of the metals vanadium, cobalt, nickel, zinc and magnesium were on average 2.529, 976, 344.431 and 13.782 ppm, respectively, reflecting that nickel was the metal that had the greatest enrichment where its concentration increased 12.900 times in relation to its initial concentration in the head sample, followed by zinc, vanadium, cobalt and manganese with 932, 34, 25 and 18 times, respectively. With this test it is concluded that this analytical process in alkaline medium with sodium carbonate does not have much efficiency in the metallurgical recovery of vanadium for this type of sands rich in silica, iron and aluminum, since only a metallurgical recovery was achieved. 0.25%. On the other hand, nickel did react well to this process, achieving metallurgical recovery of 94% on average.</i>	A pesquisa é parte das areias de rejeitos produzidos na mineração artesanal de ouro, em Las Claritas, município Sifontes, estado Bolívar, Venezuela, sector estatal para fornecer informação experimental, processamento das areias de rejeitos para obter a partir Pentóxido de vanádio como e alguns outros elementos de interesse, preliminarmente através de ensaios e métodos laboratoriais já existentes e aplicadas a outros tipos de materiais. O método aplicado para recuperação metalúrgica é o método de execução análise usando carbonato de sódio alcalino para dissolução na acidificação do meio e posterior para um precipitado que contém o metal em questão. Como resultados de pesquisa relevantes para as concentrações finais no vanádio metais precipitado, cobalto, níquel, zinco e magnésio foram 2.529 média, 976, 344.431 e 13,782 ppm, respectivamente, refletindo que o níquel foi o metal que tinha uma maior enriquecimento onde sua concentração aumentou 12.900 vezes em relação a sua concentração inicial no cabeçote da amostra, seguido pelo zinco, vanádio, cobalto e manganês com 932, 34, 25 e 18 vezes, respectivamente. Com este teste, conclui-se que este processo de marcha analítica em meio alcalino com carbonato de sódio não tem muita eficiência na recuperação metalúrgica de vanádio para este tipo de areias ricas em sílica, ferro e alumínio, desde uma recuperação só chegou Metalúrgica 0,25%. Por outro lado, o níquel se ele reagiu bem a esse processo, alcançando uma recuperação metalúrgica de 94% em média.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Areia de rejeitos, Arenas de relaves, metallurgical recovery, mineração em pequena escala, nickel, níquel, pequena minería, recuperación metalúrgica, recuperação metalúrgica, sand tailings, small-scale mining, vanadio, vanádio, vanadium.

¹ Ing°Min°, Esp. Profesor Agregado, Universidad de Oriente (UDO). Correo-e: victor.gonzalez@udo.edu.ve

² Ing°Min°, DEA. Profesora Asistente, UDO. Correo-e: yarulsigarcia@udo.edu.ve

³ Ing°Geó°, MSc. Profesora Asistente, UDO. Correo-e: giselasilva77@gmail.com

Introducción

El desarrollo minero ha alcanzado niveles económicos de gran importancia a escala mundial, por lo tanto, la extracción de mineral constituye una fuente de desarrollo y de bienestar para la sociedad, es por ello que desde tiempos remotos el hombre ha venido mejorando el sistema de excavación de minerales a través de los procesos de aprovechamiento selectivo del mineral. La minería en Venezuela representa la segunda actividad económica más importante del país, seguida de la actividad petrolera. Venezuela concentra el 2 % de la oferta mundial de minerales, entre los cuales destacan el hierro, la bauxita, el fosfato y caliza. La mayor parte de la riqueza mineral de Venezuela se localiza en la región de Guayana, debido al origen y formación geológica de su relieve. La antigüedad del macizo guayanés y el largo proceso de erosión causado por las lluvias, el viento y los ríos de la región, han puesto al descubierto los depósitos minerales del subsuelo, facilitando su hallazgo y explotación (Mendoza, 2005). Así sucede con los diamantes y el oro que se localizan a flor de tierra o en los ríos guyaneses. En esta área se localizan importantes depósitos de oro, específicamente en el grupo Botanamo de la Provincia de Pastora en el municipio Sifontes, en la cual se desarrolla la pequeña minería del oro desde la década de los 80 por pequeños mineros que desde esa época hasta la actualidad han venido utilizando procedimientos de bajo nivel tecnológico, lo que ha originado pérdidas por la poca eficiencia de la recuperación del mineral de oro, produciendo arenas de relaves que contienen un gran porcentaje de Vanadio, el cual posee excelentes propiedades anticorrosivas que le permiten ser utilizado como un aditivo del acero (Torres, 2001). El área de estudio se encuentra en el grupo Botanamo de la Provincia de Pastora, donde se desarrolla la pequeña minería del oro utilizando procedimientos de bajo nivel tecnológico (*sluices*, amalgama de mercurio), produciendo de esta manera arenas de relaves, las cuales causan un impacto negativo al medio am-

biente. La cantidad de arenas de relaves actualmente depositada, específicamente en el sector Molino Ciudad Dorada, se estima alrededor de las 19.000 toneladas y el tenor de vanadio (V) en promedio es de 70 ppm. Algunos compuestos de vanadio se utilizan como catalizadores en la producción de anhídrido maleico y ácido sulfúrico. Concretamente, es muy usado en la forma de pentaóxido de vanadio (V_2O_5), el cual se emplea en cerámicas (Mineral Information Institute, 2011). La investigación se enmarca en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar, para aportar información experimental, del procesamiento de las arenas de relaves para la obtención de Vanadio en forma de pentóxido y algún otro elemento de interés, preliminarmente a través de ensayos y métodos de laboratorio ya existentes y aplicados a otros tipo de materiales.

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

Determinar la recuperación metalúrgica de Vanadio y elementos de interés contenido en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar.

Objetivos específicos

Establecer las características químicas elementales en las que se encuentran presente el Vanadio (V) y elementos de interés en las arenas de relaves.

Seleccionar el procedimiento de marcha analítica alcalina de cationes para la recuperación de Vanadio (V) en base a sus características químicas dentro de las arenas de relaves.

Determinar los costos de recuperación de los metales Vanadio (V) y elementos asociados a partir del tratamiento aplicado a las arenas de relaves.

Materiales y métodos

Esta investigación fue orientada al desarrollo de prácticas y nuevos conocimientos, donde se genera

un enunciado interrogativo acerca de una o más variables que pudieran predecir el comportamiento de ciertos procesos bajo condiciones establecidas. Es por eso, que durante esta investigación se pudo describir, relacionar, comparar, explicar y comprender el comportamiento de una muestra de arenas de relaves durante la obtención de los elementos vanadio y asociados.

Se utilizaron las muestras de arenas de relaves obtenidas durante el proyecto de investigación de la profesora Yarulsi García intitulado "Caracterización de las colas producidas en el proceso de lixiviación de minerales auríferos para su aprovechamiento económico y utilidad para la sociedad", donde se obtuvieron resultados del porcentaje de composición por elementos químicos a través del Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) con valores atractivos de elementos raros que dio pie a realizar una nueva evaluación de las arenas en función de estos elementos. Se realizaron secuencialmente las siguientes actividades:

1. Conminución de las muestras: se procedió a remoler el material de granulometría gruesa, que de acuerdo, al análisis granulométrico, corresponde al material retenido en la malla 60 y 80 (Serie ASTM), y luego mezclar el material remolido con el material pasante malla 80, y así proceder a la preparación de las muestras para análisis (M1-1, M1-2, M1-3, M2-1, M2-2, M3).
2. Preparación e Identificación de las muestras de arenas de relaves necesarias para la investigación (Vázquez, 1996): una vez molido el material grueso y obtenido el 100 % pasante malla 80, se procedió a mezclar los dos (2) materiales (el remolido y el original pasante malla 80 descrito la actividad 1) homogeneizar, cuartear y preparar tres compositos M-1, M-2 y M-3 definitivos de dos kilogramos cada uno, y luego dos compositos PVN1(M-1) y PVN2 (M-2 y M-3) de un kilogramo cada uno, los cuales serán utilizados para los ensayos correspondientes a la investigación.
3. Realización de ensayos químicos.

cos: se determinó la proporción en peso del elemento químico vanadio, entre otros, que constituyen la muestra cabeza, con la aplicación de Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP- OES), con el apoyo del IIBCAUDO. Los ensayos se hicieron por triplicado.

4. Realización de los ensayos de obtención del metal Vanadio y asociados. De acuerdo con el esquema de marcha analítica de cationes con carbonato de sodio se tienen los siguientes grupos (Bazán D, 2003):

Grupo I: Solubles en carbonato de sodio Cr (VI), As (III) y (V), VO_3 , MoO_4 , K, además de los aniones.

Grupo II: Formados por cationes insolubles por el reactivo HNO_3 , estos son: Sb (III) y (V), Sn (II) y (IV), Ti (II).

Grupo III: Cationes que precipitan como cloruros insolubles, usando el reactivo HCl 2M. Estos son: Ag(I), Pb(II), Hg(I).

Grupo IV: Cationes alcalinos térreos que se separan como sulfatos, usando el reactivo $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Grupo V: Formado por hidróxidos de metales trivalentes que se precipitan con la mezcla de tampón de pH = 9,6. Ellos son: Bi(III), Fe(III), Al(III), Ti(IV), Cr(III).

Grupo VI: Cationes que por el exceso de amonio forman complejos amoniacales, comprende el grupo más abundante, ellos son: Cu(II), Cd(II), Zn(II), Ni(II), Co(II), Ca(II), Mg(II) y Hg(II).

Bajo estas premisas la marcha alcalina se realizó de la siguiente manera:

se empleó, aproximadamente 1.000 g de muestra sólida de PVN1 y PVN2 por separado, esta fue triturada y se pasó por malla número 200 (75 μm).

Se procedió a acidificar la muestra en solución de HNO_3 2M, controlando la acidez para continuar con el tratamiento alcalino. Se tomaron 10 ml de la solución preparada, se añadió el reactivo Na_2CO_3 0,5M hasta reacción neutra, luego un exceso de 5 ml de la solución alcalina se calentó a ebullición unos 10 minutos, completando con solución alcalina cuando disminuía el volumen, se centrifugó y se observó un precipitado que, de acuerdo a los grupos, debería estar formado por carbonatos básicos e hidróxidos. Estos precipitados deberían contener los grupos de cationes II al VI, y en la solución se encuentran los cationes que se determinan como aniones, o también están aquellos cationes que no precipitan con el carbonato de sodio y corresponden al grupo I. En este grupo se forma el metavanadato sódico (NaVO_3). Se filtró para separar el precipitado y la solución que es la que contiene el NaVO_3 se acidificó a pH de 2 a 3 con ácido sulfúrico (H_2SO_4), luego se centrifugó y dio un precipitado donde estaría en mayor proporción el vanadio. Se filtra y finalmente este precipitado se fundió en una mufla a 690 °C para producir pentóxido de vanadio (V_2O_5) (Wikipedia, 2014). Este procedimiento se realizó 14 veces para cada muestra. Estos precipitados calcinados se unificaron y se prepararon para determinar su pureza bajo ensayo con ICP-OES. Esto se realizó a cada muestra resultando un total de, aproximadamente, 29 gramos de muestra tratados entre PVN1 y

PVN2, para obtener 2,1 miligramos de precipitado calcinado.

5. Determinación de los costos de recuperación: En base a los procedimientos aplicados, los cuales conllevaron a un consumo de reactivos, energía, equipos, se estimaron los costos de tratamiento por gramo de arenas de relaves para la recuperación del metales vanadio (V) en forma de pentóxido.

Resultados y discusión

Caracterización química

Se realizó la caracterización química a las muestras tomadas de las arenas de relaves (Tabla 1), donde se observa que los elementos con mayor concentración son el hierro, sílice y aluminio, lo que confirma que estamos en presencia de un material abrasivo. Por otro lado, en función de los tenores límites de explotación que se manejan en las explotaciones mineras, las concentraciones de vanadio, níquel, cobalto, cromo, magnesio y titanio son, en primera instancia, atractivas para su aprovechamiento metalúrgico.

Tabla 1 Concentración de elementos químicos. Muestra cabeza (ICP-OES).

Elemento químico	Concentración (ppm)	
	PVN1	PVN2
V	70,492	70,842
Fe	40.775,00	40.925,00
Cr	123,33	123,94
Cu	110,01	115,27
Ni	27,68	25,38
Co	37,36	36,50
Mn	35,84	13,68
Pb	8,18	7,27
Mg	707,50	691,25
Na	1.328,08	819,83
Ti	60,983	64,783
Sb	23,67	34,16
Sn	56,70	68,60
Ag	1,30	1,20
Hg	0,02	0,03
Bi	3,40	4,50
Al	84.270,00	83.456,00
Cd	0,40	0,56
Zn	15,00	17,00
Ca	34,00	56,00
Si	447.128,00	456.897,00

Resultados de los ensayos metalúrgicos en la recuperación de Vanadio y metales asociados de las arenas de relaves

En la tabla 2 se muestran los valores de las concentraciones de los elementos contenidos en el precipitado calcinado, donde se observa que en cuanto al vanadio aunque la concentración aumentó 32 veces, la pureza del mismo solo llegó a 0,45 % en promedio, teniendo así los demás elementos una mayor participación en el porcentaje composicional del precipitado calcinado, excepto el Cobalto. El Níquel fue el de mayor concentración en el calcinado con un 34 % en promedio.

En la tabla 3 se presentan los cálculos de los porcentajes de recuperación metalúrgica de vanadio y metales asociados, donde se indica que a pesar de haber aumentando la concentración del vanadio durante el proceso alcalino, solo un 0,26 % en promedio del contenido metálico quedó en el precipitado en relación al contenido total en la muestra cabeza. Resultados parecidos se obtuvieron con el cobalto, zinc y magnesio con una muy baja recuperación metalúrgica. Caso contrario e inesperado se dio con el níquel, que representando un 34 % en la composición total del precipitado, se obtuvo una recuperación metalúrgica de 93 % en promedio en relación al contenido metálico inicial en la muestra cabeza.

Costos asociados a la recuperación metalúrgica de vanadio y asociados

Tomando en consideración los consumos de reactivos y equipos sin

incluir costo de personal, en la tabla 4 se presenta el desglose de los costos en dólares y en bolívares del consumo de materiales, reactivos y equipos en el tratamiento de 29 gramos de muestras con el procedimiento de Marcha analítica alcalina de cationes. El costo por cada gramo de muestra tratada con dicho procedimiento químico está alrededor de los 700.000 bolívares. El monto total es reflejado en la tabla 4, y puede variar dependiendo del tenor cabeza de la muestra, es decir, a mayor tenor o concentración en la muestra cabeza, menor será la cantidad de gramos a tratar y por ende costo de tratamiento será menor.

Conclusión

De acuerdo con los resultados del análisis químico elemental, el material tratado es una arena muy silíceas con contenidos de hierro y aluminio considerables, con un contenido de vanadio, níquel y titanio atractivo para su aprovechamiento de acuerdo a los tenores límites de explotación que se manejan a escala industrial en minería considerando que es un material suelto donde no se incurrirá en costos por operaciones de arranque de mineral, no tanto así para los demás elementos analizados en relación al tenor.

Como resultados relevantes se tienen que las concentraciones finales en el precipitado de los metales vanadio, cobalto, níquel, zinc y magnesio fueron en promedio 2.529, 976, 344.431 y 13.782 ppm, respectivamente, reflejándose que el níquel fue el metal que tuvo un mayor enriquecimiento donde su

concentración aumentó 12.900 veces en relación a su concentración inicial en la muestra cabeza, seguido por el zinc, vanadio, cobalto y magnesio con 932, 34, 25 y 18 veces, respectivamente.

El porcentaje de recuperación metalúrgica del vanadio fue muy bajo, lo que pudiera sugerir que el vanadio se encontraba en un compuesto tal que se hizo refractario a la disolución alcalina, por lo que pudo precipitar gran parte del mismo durante la fase alcalina, quedando muy poco vanadio disuelto como metavanadato de sodio.

En el mismo orden de ideas, las bajas recuperaciones metalúrgicas del zinc, cobalto, magnesio, se pueden deber a que estos no fueron disueltos es la fase alcalina y precipitaron como se tenía previsto para los grupos del II al VI.

Por otro lado, el níquel que tuvo que haber precipitado junto con el cobalto, zinc y magnesio, fue disuelto en la solución alcalina con lo cual se obtuvo una recuperación metalúrgica inesperada de 94%. Se presume, con estos resultados que, en función del tipo de material, que en este caso fueron arenas muy silíceas con un alto contenido de hierro y aluminio, con el método de marcha analítica en medio alcalino con carbonato de sodio se logran resultados más favorables con metales como el níquel que con metales raros como el vanadio.

El costo de tratamiento para la recuperación metalúrgica de vanadio y metales asociados está alrededor de 3 dólares por cada gramo tratado y en consecuencia el costo de tratamiento puede disminuir si el tenor o concentración de la muestra cabeza es mayor a los trabajados en esta investigación.

Debido al alto contenido de sílice en la muestra se presume que esto tuvo que ver con la baja recuperación metalúrgica del vanadio, por lo tanto es recomendable para una segunda prueba experimental hacer un pre-concentrado eliminando en gran parte la sílice y así tener una muestra sólida particulada más concentrada en los elementos de interés, de tal manera que el carbonato de sodio tenga un grado de difusión y lixiviación

Tabla 2. Concentración de elementos químicos en el precipitado calcinado.

Elemento Químico	Muestra	masa (g)	Cálculo Curva (ppm)	Distribución (ppm)	Composición (%)
Vanadio (V ₂ O ₅)	PVN1	0,0011	0,508	2.309,09	0,41
	PVN2	0,0010	0,550	2.750,00	0,49
Cobalto	PVN1	0,0011	0,190	863,64	0,09
	PVN2	0,001	0,218	1.090,00	0,11
Níquel	PVN1	0,0011	74,000	336.363,64	33,64
	PVN2	0,001	70,500	352.500,00	35,25
Zinc	PVN1	0,0011	2,823	12.831,82	1,28
	PVN2	0,001	3,409	17.045,00	1,70
Magnesio	PVN1	0,0011	2,740	12.454,55	1,25
	PVN2	0,001	3,022	15.110,00	1,51

Tabla 3. Porcentaje de recuperación metalúrgica de vanadio y elementos asociados (ATC= Alimentación Tenor Cabeza).

Elementos químicos	Entrada y Producto	Masa (g)	Ensayo (µg/g)	Masa Metal (µg)	Recuperación metalúrgica (%)
Vanadio	ATC (PVN1)	14,5731	70,4920	1.027,2870	
	ATC (PVN2)	14,4559	70,8420	1.024,0849	
	Precipitado PVN1	0,0011	2.309,0909	2,5400	0,25
	Precipitado PVN2	0,0010	2.750,0000	2,7500	0,27
Cobalto	ATC (PVN1)	14,5731	37,3580	544,4219	
	ATC (PVN2)	14,4559	36,5000	527,6404	
	Precipitado PVN1	0,0011	863,6364	0,9500	0,17
	Precipitado PVN2	0,0010	1.090,0000	1,0900	0,21
Níquel	ATC (PVN1)	14,5731	27,6830	403,4271	
	ATC (PVN2)	14,4559	25,3800	366,8907	
	Precipitado PVN1	0,0011	336.363,6364	370,0000	91,71
	Precipitado PVN2	0,0010	390.000,0000	390,0000	96,08
Zinc	ATC (PVN1)	14,5731	15,0000	218,5965	
	ATC (PVN2)	14,4559	17,0000	245,7503	
	Precipitado PVN1	0,0011	12.831,8200	14,1150	6,46
	Precipitado PVN2	0,0010	17.045,0000	17,0450	6,94
Manganeso	ATC (PVN1)	14,5731	707,5000	10.310,4683	
	ATC (PVN1)	14,4559	691,2500	9.992,6409	
	Precipitado PVN1	0,0011	12.454,5455	13,7000	0,13
	Precipitado PVN2	0,0010	15.110,0000	15,1100	0,15

Tabla 4. Total del costo de las de muestras procesadas (29 gramos).

Consumos	US\$	Bs (US\$ DICOM)
Eléctrico (Mufla)	2,35	141.000
Agua destilada	1,11	66.600
Ácido nítrico	23	1.380.000
Carbonato de sodio	0,85	51.000
Bórax	0,21	12.600
Papel filtro	0,32	19.200
Ácido sulfúrico	0,47	28.200
Ácido clorhídrico	56	3.360.000
TOTAL	84,31	5.058.600

04 Abril 2018 DICOM 160 60.000 Bs/US\$, 162, 223

Mine-
ral Information Institute. (2.011). *Common minerals – Vanadium, Niobium*. Recuperado el 07 de mayo de 2011 de [http:// www.mii.org](http://www.mii.org).
Oxido de vanadio (2014). Wikipedia-enciclopedia libre. Recuperado el 13 de junio de 2014. <http://es.wikipedia.org/>
Torres L., Kharisov B., Elizondo N. (2001). Recuperación de V, Cr, Ti y Mo de catalizadores gastados de la industria petroquímica. *Revista Ciencia Uanl*. Vol 4, N° 2 (abril-junio).
Vásquez, C., Pardavé W. (1996). *Manual de Prácticas. Procesamiento de materias primas y manejo de sólidos particulados*. Universidad Industrial de Santander.

más amplio.

Agradecimientos

Al Centro de Goeciencias, Escuela de Ciencias de la Tierra, UDO Bolívar, y al Instituto de Investigación Biomédica y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Oriente (IIBCA-UDO).

Referencias

Bazán D, Becerra E, Lengua R. Separación de identificación de cationes en muestras sólidas usando el reactivo carbonato de sodio (MACS). *Revista Ingeniería química*. Vol. 5, N°2, 2003. Págs. 62-65.
Mendoza, V. (2005). *Evolución geotectónica y recursos minerales del escudo de Guayana en Venezuela (y su relación con el escudo sudamericano)*. Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar, Venezuela. Pp 21, 49, 52, 73, 78, 84, 85, 95, 97, 98, 101, 102, 104, 142, 144,



7 facts on the oil sands and the environment*

While the oil sands industry continues to make technological advances, annual production growth presents challenges to land, water, and air impacts, and energy conservation. Through its CanmetENERGY laboratories, Natural Resources Canada is committed to supporting the development of technological solutions to help drive improved environmental performance in the oil sands.

Here are 7 key facts about the oil sands and the environment:

1. Per barrel greenhouse gas (GHG) emissions have decreased

Technological advancements in the oil sands have helped create more energy efficient practices and to decrease GHG emissions in the oil sands. One of the most important mechanisms used to achieve this is co-generation. This is a process where steam and electricity is produced simultaneously. By converting energy and by-product into electricity that would otherwise be waste, co-generation has contributed significantly to the 30% decrease in per barrel GHG emissions seen in the oil sands since 1990. Find out more about the work CanmetENERGY is doing to further reduce GHG emissions in the oil sands.

(<https://www.nrcan.gc.ca/energy/coal/clean-coal/fuels-emissions-assessment/4337>)

2. Most GHG emissions come from your car

While GHGs are emitted in the extraction phase of the crude oil production process, most of the life cycle emissions of fuel come from a vehicle's tailpipe. Final combustion of gasoline emerging from your tailpipe accounts for approximately 70%-80% of well-to-wheel life-cycle emissions. These vehicle emissions are the same, regardless of the crude oil from which the gasoline is derived.

3. Tailings ponds technology is improving

Oil sand extraction results in the accumulation of large amounts of residual waste known as tailings, which contain a mixture of water, clay, un-recovered bitumen and solvent, and dissolved chemicals, including some organic compounds that are toxic. These tailings are stored in large ponds similar to water dams. The water released from the ponds can be recycled and reused in oil sands processing; however, the majority remains as mud almost indefinitely.

CanmetENERGY has been striving to develop effective solutions to manage tailings ponds and has made significant progress. Read about some of our success stories on tailings management in the oil sands.

(<https://www.nrcan.gc.ca/energy/oil-sands/extraction-tailings/5863>)

4. All oil sands land must be re-claimed

The Government of Alberta requires that companies remediate and reclaim 100 percent of the land after the oil sands have been extracted. Reclamation means that land is returned to a self-sustaining ecosystem with local vegetation and wildlife. In the oil sands area, the Government of Alberta has committed to conserving and protecting more than 2 million hectares of habitat for native species as part of the 2012–2022 Lower Athabasca Regional Plan. In addition, there are almost 4.5 million hectares of federally protected land just north of the oil sands. Learn more about land reclamation in the oil sands.

(https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/eneene/pubpub/pdf/os2015/14-0702-Oil-Sands-Land-Use-and-Reclamation_access_eng.pdf)

5. Oil sands water withdrawals are closely monitored

The Athabasca River Water Management Framework ensures annual withdrawals by oil sands companies never exceed 3 percent of the Athabasca River flow. In practice, annual withdrawals are often less than 1 percent. The framework also limits, monitors, and adjusts withdrawals from the river on a weekly basis. Learn about what NRCan is doing to improve water use efficiency and reduce pollutants related to water in the oil sands. (<https://www.nrcan.gc.ca/energy/oil-sands/water-management/5865>)

6. Almost all water in the oil sands is recycled

Most water used in oil sands development is recycled – 80 percent for established mining operations and approximately 94 percent for in-situ recovery. However, some new water is required and comes from a variety of sources, including on-site drainage, collected precipitation (rain and melt water), underground salt water (brackish) aquifers, and the local watershed such as rivers. Learn more about water management in the oil sands. (<https://www.nrcan.gc.ca/energy/oil-sands/water-management/5865>).

7. New regulations could further reduce emissions

On November 22, 2015 the Government of Alberta released their new Climate Leadership Plan. Under the Climate Plan, Alberta will: phase out coal emissions by 2030, offer incentives for renewable generation, implement an economy-wide carbon price, legislate a cap on oil sands emissions, implement a new methane emissions reduction plan and implement an Energy Efficiency Program. Read more on Alberta's Climate Leadership Plan.

(<http://www.alberta.ca/climate.cfm>).

That said, the Government of Canada looks forward to setting truly national targets that we will work together to achieve. Learn more about Canada's approach to climate change and GHG emissions.

(<http://www.ec.gc.ca/cc/Default.asp?lang=En&n=9853BFC5-1>)

*<https://www.nrcan.gc.ca/energy/oil-sands/18091>

Análisis geotécnico para el control de erosión en la estación Loma Redonda, sistema teleférico de Mérida, Venezuela

Geotechnical analysis for erosion control in Loma Redonda station, cable car system of Merida, Venezuela

Análise Geotécnica para o controle da erosão na Loma Redonda, estação de sistema de teleférico de Mérida, Venezuela

Nazareth Quintanillo¹ Jesús Peña² Norly Belandria³ Annie Lobo⁴ Francisco Bongiorno⁵

Recibido: 28-9-18; Aprobado: 3-11-18

Resumen	Abstract	Resumo
El presente trabajo tiene la finalidad del análisis de estabilidad de taludes para el control de erosión en la estación Loma Redonda perteneciente a Mukumbarí Sistema Teleférico del estado Mérida. La metodología empleada se inicia con una búsqueda de estudios previos, luego se procedió a visitas de campo y se toma de las muestras para realizar los ensayos del suelo para la determinación de la clasificación y propiedades físicas y mecánicas del suelo. Posteriormente se aplicó el método de equilibrio límite para la obtención del factor de seguridad. Los resultados arrojados muestran que el suelo es gravoso con una fracción de limo (GW-GM) con cohesión de $0,04 \text{ kg/cm}^2$ y un ángulo de fricción interna de $26,7^\circ$. El factor de seguridad oscila entre 0,56 a 1,36, lo cual corrobora la inestabilidad. Finalmente, se recomienda como método de estabilización el uso de muros de gaviones con un volumen de $1,62 \text{ m}^3$ y tres niveles de bermas con pendientes máximas de 20 %, acompañado de bioingeniería, utilizando fajines de plantas autóctonas del área, principalmente el <i>Senecio wedglacialis</i>. Por último, se generó el mapa de recuperación ambiental.	The present work has the purpose of slope stability for erosion control on the moor zone, in Loma Redonda station belonging of the Mukumbarí Cable Car System of Merida State. The methodology used begins with a previous studies search, the next stage is to make field visits and took of samples for soil essays to determine the physic-mechanic properties and the type of soil. Later applies the limit balance method for the security factor obtaining. The results obtained shows that are Grave soils with lime (GW-GM) with 0.04 kg/cm^2 of cohesion and an intern friction angle of 26.7°. The security factor range is between 0.56 and 1.36, this corroborates the instability. Finally, it recommends as stability method the gabion walls with 1.62 m^3 volume and three berms with a maximum inclination of 20% accompanied with bioengineering, using plants sashes autochthonous of this area, mainly the <i>Senecio wedglacialis</i>. Ultimately it generates the environment recovering map.	O presente trabalho tem como objetivo a análise de estabilidade de taludes para controle de erosão estação Loma Redonda pertencentes ao Mukumbari sistema teleférico do estado de Mérida. A metodologia começa com uma busca por estudos anteriores, em seguida, procedeu-se a viagens de campo e colher amostras para o teste do solo para a determinação da classificação e propriedades físicas e mecânicas do solo. Posteriormente aplicado o método de limite de saldo para a obtenção do fator de segurança. Jogado resultados mostram que o solo é rouca com uma fração de silte (GW-GM) com coesão de $0,04 \text{ kg/cm}^2$ e um ângulo de atrito interno de $26,7^\circ$. Os intervalos de fator de segurança entre a 1,36 0,56, que confirma a instabilidade. Finalmente, é recomendado como um método de estabilizar o uso de muros de gabiões com um volume de $1,62 \text{ m}^3$ e três níveis de bermas com circulação máxima de 20%, acompanhada de bioengenharia, usando faixas de plantas nativas da região, principalmente o <i>Senecio wedglacialis</i>. Finalmente, o mapa de recuperação ambiental foi gerado.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Bio-engenharia, bioengineering, bioingeniería, control de erosión, controle de erosão, erosion control, estabilidad de taludes, estabilidade de encosta, factor de seguridad, fator de segurança, security factor, slope stability.

¹Ing°Geo°. Universidad de Los Andes (ULA). Correo-e: nazaret_q@hotmail.com

²Ing°Geo°. ULA, Correo-e: zheninjaschumimaru@gmail.com

³Ing°Geo°, Dra. Grupo de Investigación en Geología Aplicada (GIGA) Profesor Agregado, ULA, Correo-e: nbelandria@ula.ve

⁴Ing°Quím°, MSc. Venezolana de Teleféricos C. A., Correo-e: annielobo78@gmail.com

⁵Ing°Geo°, Dr. GIGA, Profesor Titular, ULA, Correo-e: frabon@ula.ve

Introducción

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre pueden dar lugar a movimientos del terreno con diferentes características, magnitudes, velocidades y gravedad. De todos ellos, los que tienen lugar con mayor frecuencia son los movimientos en laderas y taludes potencialmente inestables. Por su gran importancia desde el punto de vista ingenieril los taludes constituyen una de las obras de mayor cuidado por parte de sus proyectistas, ya que estos son los encargados del apoyo en las obras ingenieriles, al estar expuestos a la intemperie requieren cuidados adecuados, dependiendo de la naturaleza de su composición, ya sea que estén constituidos por roca, suelo o ambas. Algunas de las estaciones en Mukumbarí del Sistema Teleférico de Mérida se ven influenciadas por agentes erosivos, como lo son: el agua, el viento, las condiciones de temperatura extremas y el factor antrópico; la más afectada de estas, es la estación Loma Redonda, ya que carece de recubrimiento vegetal, provocando mayor erosión superficial, generándose surcos erosivos, lavado de material fino y flujos de detritos y, por consiguiente, inestabilidad de los taludes que rodean la estación de estudio.

Ubicación del área de estudio

La estación Loma Redonda (Figura 1) perteneciente al Sistema Teleférico de Mérida, se encuentra ubicada al sureste del municipio Libertador, entre las parroquias Sagrario y Los Nevados, a una altitud de 4.045 m s. n. m. La vía de acceso es a través de caminos de tierra a pie o utilizando las cabinas del sistema teleférico de Mérida. Se encuentra limitada por un polígono, con coordenadas geográficas UTM (Tabla I).

Metodología

En primer lugar se consultó el material bibliográfico correspondiente a estudios geotécnicos de estabilidad de taludes publicados en revistas (Belandria, Bongiorno, De Barcia, Torres y Dasco, 2012), (Belandria, Bongiorno, De Barcia, Torres y Riveros, 2014), (Bongiorno,

Belandria, Castillo, Belandria y Chacon, 2014), (Bongiorno, Molina, Belandria y Rivero, 2011), (Torres, Torres, Belandria, Molina, Bongiorno, Irismar y Gutierrez, 2013) y Ucar y Belandria (2015), así como, libros especializados de estudios de control de erosión (Arlegui, 2008), (Ayala, Andreu, Fe Marques, Ferrer, De Simon, Fernandez y otros, 1986), (Suárez, 2001) y (Suárez, 2009). También se consultaron informes técnicos de diferentes ingenieros que estudiaron la estación Loma Redonda y los alrededores (Úcar, 2010) y (VENTEL, 2012), y de esta manera, obtener un conocimiento sobre las condiciones existentes en la zona de estudio y así tener en cuenta las respectivas prevenciones y pla-

nificaciones para la posterior etapa de campo.

Posteriormente, utilizando las fotografías en distintos ángulos (Figura 2) de la zona, se tuvo una visión amplia y completa de la forma del terreno, observándose y apreciándose los factores del relieve que controlan la erosión.

Luego se procedió a la identifica-

Tabla I. Coordenadas geográficas de la estación Loma

Este (m)	Norte (m)
271.300	945.200
271.500	945.200
271.500	945.000
271.300	945.000
UTM (WGS 84) – ZONA 19P.	

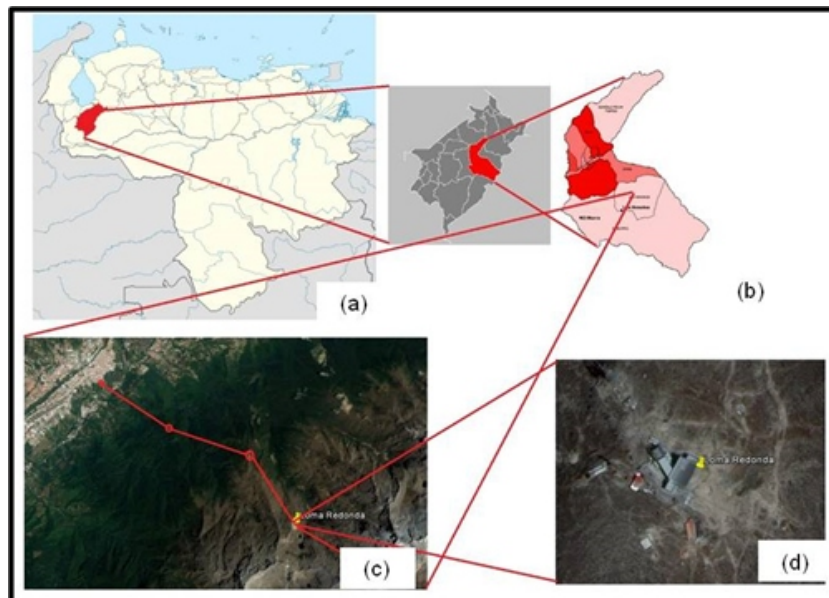


Figura 1. Ubicación del área de estudio. (a) Mapa de Venezuela (b) Mapa del estado Mérida (c) Línea Sistema Teleférico de Mérida (d) Estación Loma Redonda.

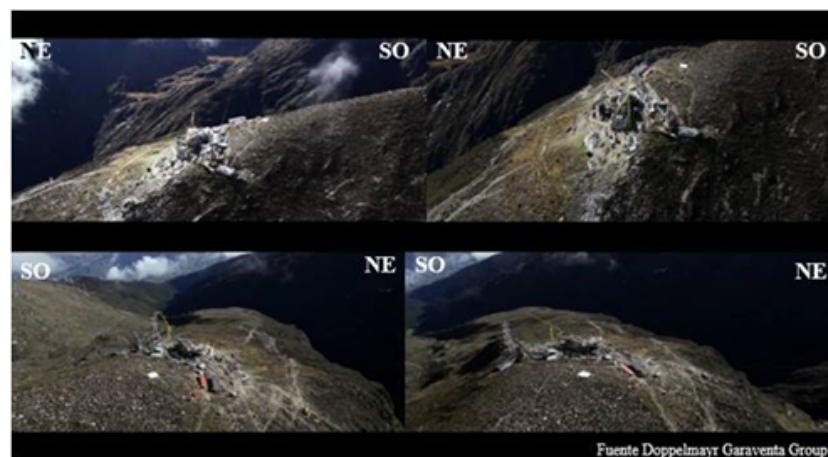


Figura 2. Diferentes ángulos y vistas de la estación Loma Redonda.

Fuente Doppelmayr Garaventa Group

ción y delimitación en campo de la zona más afectada de la estación de estudio, para esto fue necesario seleccionar los taludes que se iban estudiar, sectorizándose en tres áreas a través de la información recolectada previamente como mapas e imágenes satelitales que permitieran identificar litologías, flujos de aguas cercanos y estructuras geológicas que condicionaban la estabilidad y riesgo a erosión de los diversos taludes; aunado a esto se ubicaron puntos de referencia mediante el uso de un GPS.

Seguidamente, se realizó una descripción visual y un perfil del suelo residual identificándose la litología característica del área, grado de alteración de las rocas o suelo, condiciones climáticas y presencia de agua, que pudieran estar afectando los taludes.

En cada uno de los taludes de las zonas se hicieron las mediciones de profundidad, longitud y anchura de los surcos erosivos más pronunciados que se generaron producto de todos los factores climáticos y antrópicos que influyen en el área. Asimismo, se determinó el volumen del material suelto, se realizó la toma de muestra del suelo residual, con la finalidad de realizar ensayos de laboratorio con muestras alteradas e inalteradas (monolitos). Posteriormente, se procedió a realizar todos los ensayos necesarios a las muestras tomadas en campo, con el fin de clasificar el suelo y determinar sus propiedades físicas y mecánicas (Casteletti, 1991), (Ugas, 1985), realizándose los siguientes ensayos: contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, peso específico relativo de los sólidos, peso unitario, corte y compactación.

Una vez obtenidos todos los resultados en campo y laboratorio, se procedió a crear un modelo del talud a través de software geotécnico con la aplicación del método de equilibrio límite para el cálculo del factor de seguridad y así recomendar el diseño más adecuado del método de estabilidad que se podía aplicar para el control de erosión y la estabilización del talud.

Resultados y discusión

Descripción de las zonas estudiadas

El área de afectada se dividió en tres zonas de interés, en la primera zona se realizó la sección A-A' (Figura 3a) y se ubicó en la parte posterior de la estación Loma Redonda, siendo esta una de las más afectadas. En la segunda zona se realizó la sección B-B' (Fi-

gura 3b) ubicándose en la parte lateral de la estación, y la tercera zona, en la parte frontal de la estación donde se realizó la sección C-C' (Figura 3c). Cabe destacar que la división en zonas se hizo en base a la pronunciada topografía y no la homogeneidad del material. Es importante señalar que las zonas se encuentran cubiertas por una gruesa capa de material suelto arenoso mezclado con escombros (bloques, ladrillos, cabillas, alambres, polímeros, vidrios) y una significativa ausencia de cobertura vegetal en ellas.

La descomposición de la roca que da origen al suelo residual presente en la estación Loma Redonda, está compuesta generalmente de granitos meteorizados representativos de la unidad litodémica de la Asociación Sierra Nevada, producto de la meteorización química y mecánica. Dicho perfil de suelo (Figura 4) presenta una estructura muy compacta con una capa muy meteorizada, que probablemente corresponde a la zona de afectación.

Asimismo, en la parte posterior, lateral y frontal de la estación, hay gran presencia de surcos erosivos, siendo los más pronunciados en cuanto a su profundidad y anchura los de la parte posterior. Debido al gran volumen de material suelto en el talud, este material se lava constantemente por las precipitaciones de la zona (Figura 5).

Clasificación y propiedades del suelo

Los diferentes ensayos de laboratorio, como lo fueron: contenido de humedad, peso unitario, granulometría, límites, peso específico relativo de los sólidos corte, compactación, realizados permitieron clasificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo (Tabla II). También se clasificó el suelo residual según el Sistema Unificado de Suelos (SUCS), dando como resultado, un suelo Gravoso, bien graduado con algo de limos, dominando el ángulo de fricción interna con respecto a la cohesión en la resistencia del suelo. Cabe destacar, que al comparar el peso unitario natural con respecto al determinado con el ensayo de compactación, indica que el suelo al ser removido rompe con la estructura original provocando que a pesar de que se desee mejorar las propiedades del suelo no se puede llegar a la original, por tanto, al momento de recomendar los métodos de estabilización se utilizó, para el material removido, el peso unitario obtenido en el ensayo de compactación.



Figura 3. Estación Loma Redonda. (a) Parte posterior. (b) Parte lateral. (c) Parte frontal.

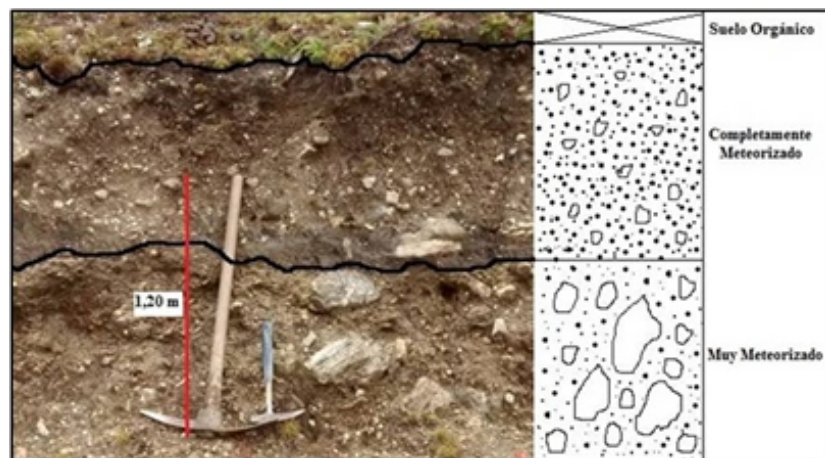


Figura 4. Perfil del suelo residual de la estación Loma Redonda.



Figura 5. Dimensiones de los surcos erosivos e inclinación del talud correspondiente a la parte posterior de la estación Loma Redonda.

Tabla II. Clasificación y propiedades físicas y mecánicas del suelo de la estación Loma Redonda.

Ensayo de laboratorio	Resultado
Contenido de Humedad "W" (%)	10,60
Peso unitario " γ " (g/cm ³)	2,26
Granulometría	
Gravas G (%)	51,04
Arenas S (%)	40,05
Finos F (%)	8,91
Coefficiente de uniformidad Cu	79,00
Coefficiente de curvatura Cc	1,21
Límites de Consistencia	
Límite líquido LL (%)	30,62
Límite plástico LP (%)	NP
Índice de plasticidad IP (%)	NP
Clasificación SUCS	GW-GM
Peso específico relativo de sólidos (Gs)	2,63
Corte Directo	
Cohesión "C" (kg/cm ²)	0,04
Ángulo de fricción " ϕ " (Grados)	26,57
Compactación	
" γ_{dmax} " (kg/m ³)	1912,00
Contenido de humedad óptimo "Wop" (%)	9,10

Simulación de los perfiles de los taludes en estado seco

Para este análisis se tuvieron en consideración las propiedades mecánicas del suelo residual (Tabla II), y el perfil topográfico de las zonas A-A', B-B' y C-C'. Luego se simuló la curva circular más desfavorable y se realizó la interpretación de los resultados. El programa muestra dicha curva y arroja el factor de seguridad más bajo a través del Método de equilibrio límite (Fellenius y Bishop simplificado). El factor de seguridad para los taludes representados en los perfiles en estado seco fueron de 0,97 y 1,02 para la sección A-A', 0,77 y 0,82 para la sección B-B', 0,80 y 0,84 para la sección C-C', cada uno analizado por los métodos de Fellenius Ordinario y Bishop simplificado, respectivamente. Estos resultados evidencian la inestabilidad (Figura 6).

Simulación de los perfiles de los taludes con análisis de sensibilidad del agua

Al considerar el factor del agua a través del análisis de sensibilidad, es decir, el programa permitió agregar de manera continua el nivel freático e ir aumentándolo poco a poco hasta que el talud mostró 100 % saturado, dicho análisis presentó una disminución del factor de seguridad a medida que el nivel freático del agua aumentó progresivamente (Figura 7). En la sección A-A', el factor de seguridad pasó de 1,02 en estado seco a 0,44 considerando el factor agua con 100 % de saturación, siendo el mismo inestable. Igualmente, se realizó el análisis para las otras dos secciones estudiadas (Tabla III).

Método de las Dovelas

El método de las dovelas es la aplicación de las ecuaciones analíticas para la determinación del factor de seguridad con la ayuda de la hoja de cálculo Excel por los métodos de Fellenius Ordinario y Bishop simplificado, (Ecuación 1 y 2). Para ello, se utilizaron los datos de las propiedades del suelo residual (Tabla II) y la geometría de cada dovela se determinó dividiendo la masa deslizando en rebanadas para luego aplicar las ecuaciones de

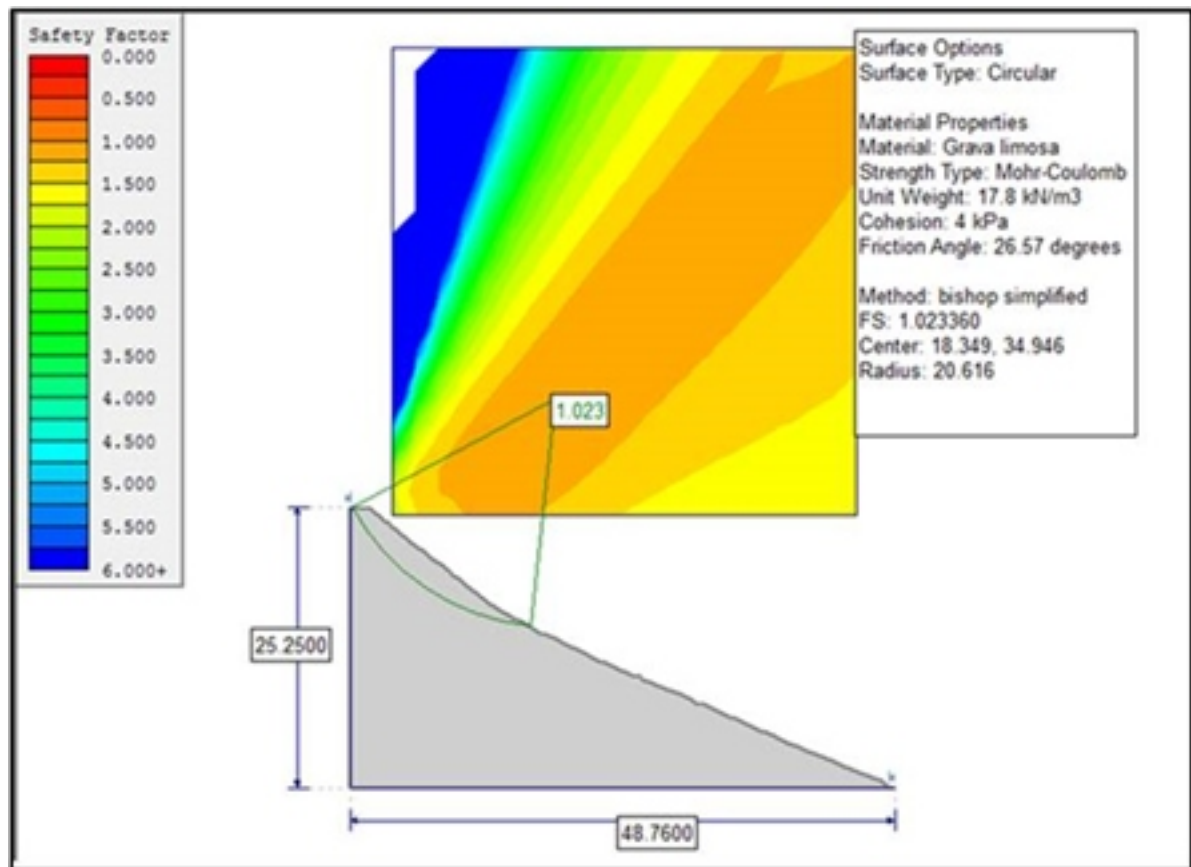


Figura 6. Resultado del factor de seguridad obtenido por el método de Bishop simplificado de la sección A-A'.

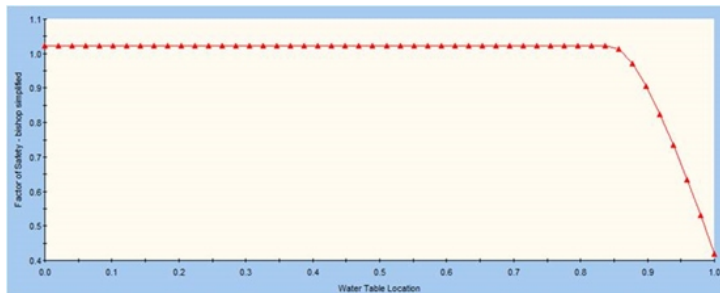


Figura 7. Gráfico de la variación del factor de seguridad obtenido por el método de Bishop simplificado y la localización de el nivel de agua de la sección A-A'.

equilibrio:

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot \Delta l_i + \Delta W_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \phi_i)}{\sum_{i=1}^n (\Delta W_i \sin \alpha_i)} \quad (1)$$

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i \cdot \Delta x_i + \Delta W_i \cdot \tan \phi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\sin \alpha_i \cdot \tan \phi_i}{FS}} \right]}{\sum_{i=1}^n (\Delta W_i \sin \alpha_i)} \quad (2)$$

Donde: FS, es el factor de seguridad, C, es la cohesión, ϕ , es el ángulo de fricción interna, ΔW , peso de cada rebanada, α , es el ángulo que forma la curva de rotura con la horizontal.

Tabla III. Factor de seguridad según las condiciones del talud para cada sección estudiada por el método de Fellenius y Bishop simplificado.

Método/factores	Factor de Seguridad	
	Fellenius	Bishop
Sección A-A'		
Analítico	1,14	1,21
Seco	0,97	1,02
Agua	0,35	0,42
Sismo	0,69	0,74
Sección B-B'		
Analítico	0,82	0,87
Seco	0,77	0,82
Agua	0,70	0,82
Sismo	0,56	0,61
Sección C-C'		
Analítico	0,83	1,36
Seco	0,80	0,84
Agua	0,80	0,84
Sismo	0,59	0,63

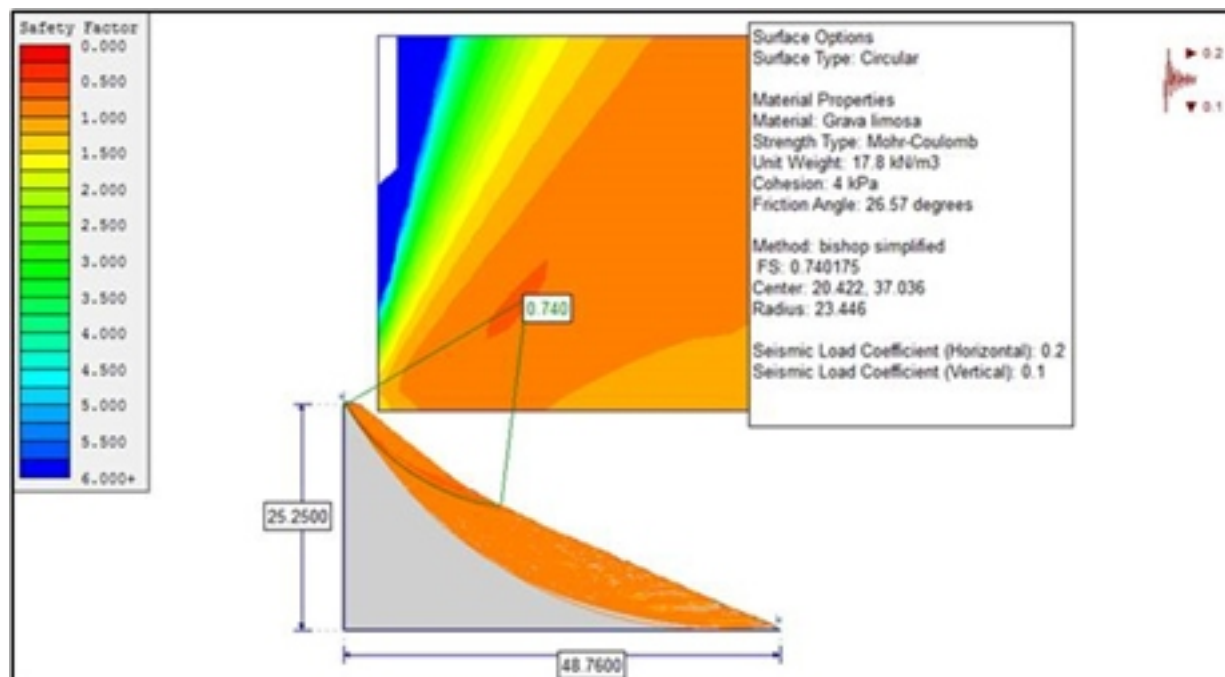


Figura 8. Factor de seguridad obtenido considerando la fuerza sísmica a través del método de Bishop simplificado de la sección A-A'.

Para este método analítico se utilizó la misma curva de rotura arrojada por el programa en el estado seco dando resultados que se asemejan al valor del talud seco calculado por Slide, estos valores fueron de 1,14 y 1,21 para A-A', 0,82 y 0,87 para B-B', 0,83 y 1,36 para C-C', cada uno calculado analíticamente por los métodos de Fellenius Ordinario y Bishop simplificado, respectivamente.

A continuación (Tabla III) se presenta un resumen donde se puede apreciar el factor de seguridad obtenido para cada método, considerando las diferentes fuerzas y factores externos.

Recomendación del método de estabilización utilizando modificación de la geometría, muros y bioingeniería

La recomendación para el diseño final se realizó mediante la combinación de diferentes métodos de estabilización (Centeno, 2002), (De Matteis, 2003) y (Suarez, 2009), como lo es, la utilización de bermas con muros de gaviones y como proposición en la bioingeniería se recomienda la colocación de fajines con plantas vivas.

Primero, se debe realizar un saneamiento de los escombros presentes en la estación, para poder

implementar los métodos de estabilización de manera efectiva. Una vez realizada esta limpieza, proceder a aplicar los métodos de estabilización, para ello, con datos obtenidos en campo y GPS realizar una poligonal cerrada, para luego calcular el área afectada, la cual corresponde a 9.876 m².

Seguidamente, se recomiendan la colocación de los muros de gaviones, estos muros representan una solución efectiva desde el punto de vista técnico y económico, para cualquier ambiente, condición climática y en zonas de difícil acceso. Dichos muros se colocan al pie de las bermas, luego se procede a rellenarlos con material rocoso preferiblemente de la zona (los cuales poseen una densidad media que varía de 2,6 a 2,9 kg/cm³). El diámetro del material rocoso a emplear debe ser mayor al diámetro de la abertura de la malla.

En cuanto a su distribución en el área de afectación, los muros de gaviones se deben colocar en función de la modificación sistemática de la pendiente para que esta no sobrepase el 20 %; este valor es considerado debido a las propiedades geomecánicas del suelo, específicamente la cohesión, ángulo de fricción interna y el peso especí-

fico del suelo, además, el suelo al poseer una cohesión baja, sus partículas no pueden permanecer unidas y, por ende, tiende a disgregarse con facilidad en pendientes pronunciadas. Asimismo, los muros de gaviones sirven como acceso entre los distintos niveles de bermas sin mayor dificultad.

La longitud lineal de todos los gaviones a lo largo del área de afectación es de 353 metros, donde, cada gavión posee una geometría tabulada y estandarizada (Suarez, 2009), (Figura 9). El volumen del gavión es de 1,62 m³ empleando cuatro niveles de forma piramidal, resultando un total de diez gaviones desde la base hasta el tope, vista de perfil (Figura 9). Teniendo en cuenta la longitud lineal de gaviones a utilizar en toda el área afectada resulta un volumen total de material rocoso a emplear de 2.860 m³.

Luego, se procede a la construcción de las bermas entre los diferentes niveles de gaviones, haciendo corte y relleno de material donde corresponda a la modificación de la topografía actual. Para este estudio se recomiendan tres niveles de bermas para la parte posterior de la estación Sección A-A' (Figura 10), dos para la parte me-

dia Sección B-B' y tres para la parte frontal Sección C-C'. Las distintas canales visibles en las secciones corresponden a los canales de desagüe de escorrentías de agua superficial, las cuales poseen una geometría definida y un uso de materiales establecido (Figura 11).

Posteriormente, se recomienda el uso de la bioingeniería, en la cual se establece la colocación de plantas autóctonas de la zona, para la recuperación ambiental, ayudando en el control de erosión de los taludes. La disposición de las plantas se realiza de forma óptima en fajines a lo largo del área de afectación (Figura 12). La distribución espacial de dos diferentes figuras geométricas, una rectangular que corresponde a las plantas variadas de bajo porte (Tabla IV), y una triangular que corresponde al arbusto, en este caso el Tabacote Morado (*Senecio wedglacialis*).

Finalmente, todos estos métodos de estabilización se integran y se plasman en el siguiente mapa denominado "Propuesta para la recuperación ambiental de los taludes en la estación Loma Redonda" (Figura 13).

Conclusiones

Mediante el análisis de las geoformas realizado se concluye que los surcos erosivos son propiciados por la escorrentía de precipitaciones y nieve, proveniente de las cabinas cuando estas están estáticas

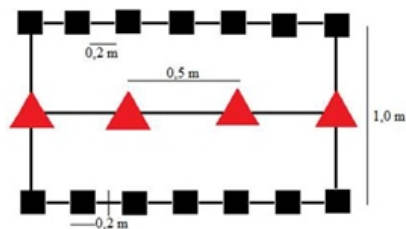


Figura 12. Dimensiones de los fajines a implementar como recomendación del método de bioingeniería en la estación Loma Redonda.

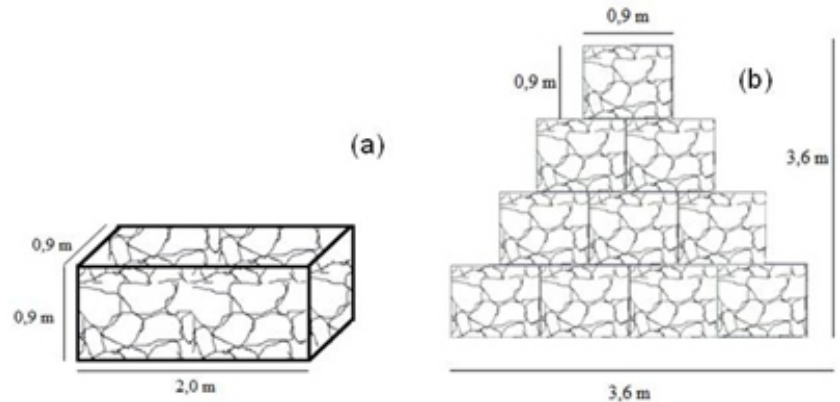


Figura 9. Geometría de los muros de gaviones a implementar. (a) Detalle del gavión. (b) Vista de perfil con forma piramidal.

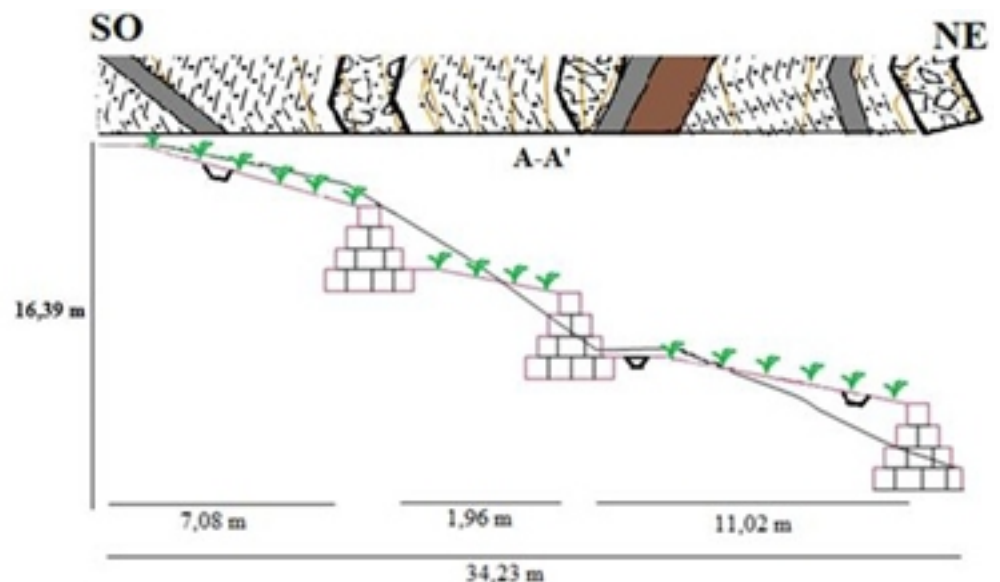


Figura 10. Recomendación del diseño final para la sección A-A', parte posterior de la estación Loma Redonda.

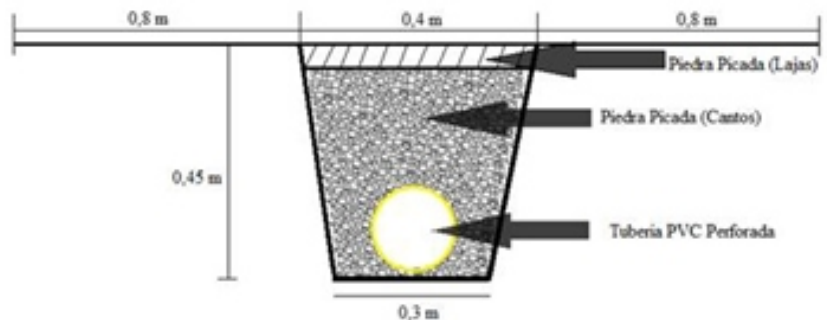


Figura 11. Recomendación de las dimensiones de los canales y subdrenajes.

en el andén, además, a la ausencia de canalizaciones que dispongan de mejor manera estas aguas y al no apropiado acomodo y control del material excavado y relleno, generando un problema de erosión antrópica apreciable.

Los materiales encontrados en el perfil de suelo residual estudiado es parcialmente homogéneo, el tope del perfil está compuesto de una delgada capa negra de suelo con presencia de materia orgánica, y el resto del material dominante es gravoso con presencia de partículas del tamaño arena y limo. Asimismo, el suelo del área de estudio corresponde de la descomposición de roca granítica *in situ*, ya que se conserva parte de

Tabla IV. Plantas variadas de bajo porte autóctonas de las zonas de páramo, estado Mérida.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i>	Romerito
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i>	Huesito de Páramo
Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>	A. acicularis
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i>	Rosácea

la estructura original de la roca. Según la clasificación del suelo SUCS, en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se tiene que el suelo es una grava bien gradada con limos (GW-GM).

Usando el programa Slide, el factor de seguridad obtenido por el método de Fellenius Ordinario es: 0,97; 0,97 y 0,69 para la sección A-A', 0,77; 0,70 y 0,56 para la sección B-B', 0,80; 0,80 y 0,59 para la sección C-C', mientras por el método de Bishop simplificado es: 1,02; 1,02 y 0,74 para la sección A-A', 0,82; 0,82 y 0,61 para la sección B-B', 0,84; 0,84 y 0,63 para la sección C-C', los valores corresponden a la

condición del talud en estado seco, con análisis de susceptibilidad del agua y con fuerza sísmica, indicando inestabilidad del talud.

Finalmente, se recomienda la modificación sistemática de la pendiente de los taludes con sistemas de tres niveles de bermas a lo largo del área de afectación, con pendientes máximas de 20 % y cuatro niveles de muros de gaviones en la base de las bermas, con un volumen de 1,62 m³ acompañados de fajines de plantas vivas como bioingeniería, entre ellas, el *Seneio wedglacialis*, de esta manera se erradica la grave problemática existente en la estación Loma Redonda, produciendo una solución

viable, económicamente rentable y ecológicamente estable. Esta propuesta debe ir acompañada del mantenimiento pertinente y así rescatar los majestuosos paisajes de nuestro parque Nacional Sierra Nevada en el área, eliminando el impacto visual que se origina en los turistas que visiten el Sistema Teleférico de Mérida.

Agradecimientos

A Venezolana de Teleféricos, VENTEL, C. A., por facilitar el uso de sus instalaciones en Mukumbari Sistema Teleférico de Mérida.

Referencias

- Arlegui. (2008). *Ingeniería Geológica y prospección geofísica*.
 Ayala, F., Andreu, F., Fe Marques, M., Ferrer, M., De Simon, A., Fernandez, I., y otros. (1986) *Manual de Taludes*. España: Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
 Belandria, N., Bongiorno, F., De

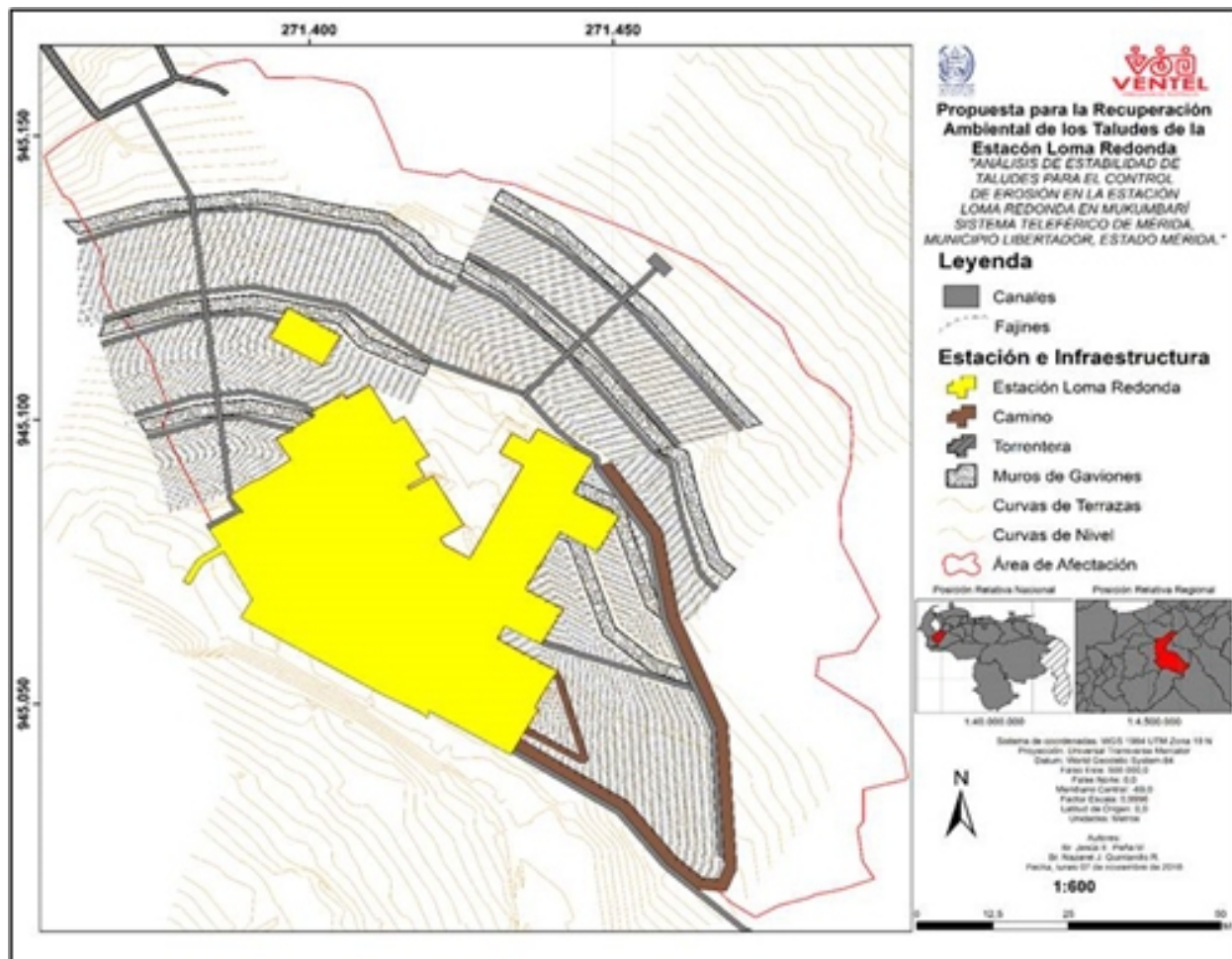


Figura 13. Mapa de la propuesta para el control de erosión en los taludes de la estación Loma Redonda.

- Barcia, I., Torres, J., y Dasco, A. (2012). Estudio de los deslizamientos en masa perteneciente a la Formación Colón en el sector Vallado – Ureña, municipio Lobatera, estado Táchira, Venezuela. *Geominas*, 40 (59), 91-98.
- Belandria, N., Bongiorno, F., De Barcia, I., Torres, J., y Riveros, F. (2014). Estudio de la estabilidad de taludes aplicando el método de equilibrio límite en el sector Las Cruces, vía Jají - Mérida, estado Mérida. *Geominas*, 42 (64), 123-132.
- Bongiorno, F., Belandria, O., Castillo, F., Belandria, N., y Chacon, R. (2014). *Determinación del tipo de rotura y aplicación del método de equilibrio límite en los taludes ubicados en la vía hacia Jají, estado Mérida*. En Ingenierías y ciencias aplicadas: Modelos matemáticos y computacionales (págs. GG-21-GG-26).
- Bongiorno, F., Molina, G., Belandria, N., y Rivero, R. (2011). Estudio de las propiedades geomecánicas de los taludes ubicados entre Los Guáimaros y Mesa de Los Indios, Merida - Venezuela. *Geominas*, 39 (56), 135-142.
- Casteletti, J. (1991). *Nociones de Mecánica de Suelos*. Mérida, Venezuela: Publicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes.
- Centeno, F. (2002). *Ingeniería biotécnica y bioingeniería. Nuevas tendencias de la geotecnia para las obras de tierra, la estabilización de taludes y el control de la erosión*. Caracas, Venezuela: XVII Seminario Venezolano de Geotecnia, pp. 2-17.
- De Matteis, Á. (2003). *Geología y Geotecnia- Estabilidad de Taludes*. Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, pp. 4-6.
- Duncan, C. y Mah, C. (2004). *Rock Slope Engineering, Civil and Mining*, 4th Edition, Spon Press, 431p.
- Suárez, J. (2001). *Control de erosión en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- Suárez, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico Vol 1*. Bucaramanga: U.I.S. Escuela de filosofía. 2009.
- Torres, J., Torres, R., Belandria, N., Molina, G., Bongiorno, F., Irismar, A., y Gutierrez, R. (2013). Análisis de estabilidad de taludes en la vía hacia el sector La Mucuy Alta, municipio Santos Marquina, estado Mérida. *Geominas* 41 (62), 153-158.
- Úcar, R. (2010). Análisis de la estabilidad de taludes y diseño del soporte en la cuenca del Chama. Sistema de transporte masivo para el área metropolitana de Mérida– línea 3, trolcable en la ciudad de Mérida, 183p.
- Ucar, R., y Belandria, N. (2015). Cálculo del factor de seguridad en la estabilidad de taludes considerando rotura circular. *Geominas* 43 (66), 15-26.
- Ugas, C. (1985). *Ensayos de laboratorio en mecánica de suelos*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- VENTEL, C. A. (2012). *Informe inventario florístico tramo 3 (torres 7-8 y 9) estación la Aguada-Loma Redonda Sistema Teleférico de Mérida*. Mérida, Venezuela: Venezolana de Teleféricos CA, Ministerio del Poder Popular para el Turismo.



MAGISTER SCIENTIARUM EN RECURSOS NATURALES

Edificio Escuela de Ciencias de la Tierra. Piso 2, Coordinación de postgrado. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.
Teléfono: (0285) 5114289



Pachamama

Fuente: <http://aleorganicos.com/dia-de-la-pachamama/>

Geomorfología de antiguos sistemas de humedales de la subcuenca alta de río Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: Estudio de caso

Geomorphology of ancient wetland systems of upper sub-basin Chama river, San Rafael de Mucuchies, Merida - Venezuela: Case study

Geomorfologia dos antigos sistemas de zonas húmidas na bacia da rio Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: estudo de caso

Jesús E. Sánchez¹ Omar Guerrero² Katherin Montilva³ Eder Mattie⁴

Recibido: 5-10-18; Aprobado: 5-11-18

Resumen	Abstract	Resumo
Se aborda el estudio de las geoformas actuales y paleogeografía de los sistemas palustres inactivos presentes en la sección alta de la microcuenca Saisay, sector Llano del Hatico, subcuenca alta del río Chama; con la finalidad de evaluar el origen de estos paisajes periglaciares de esta localidad en los Andes de Venezuela. Para ello se realizó trabajos de campo geológico, fotointerpretación, descripción y análisis de las geoformas de los sistemas palustre-lacustre periglacial. Los resultados indican principalmente la presencia de geoformas de erosión glacial (circos, aristas, valles en forma de U, escalones rocosos, estrías glaciales), escasos depósitos morrénicos laterales y de fondo de valle neoglaciales; sedimentos postglaciales de origen fluvioglacial (barras y canales fluviales proglaciales, abanicos aluviales proglaciales), glaciodeltáicos (cuñas de frente deltaico, prodeltas palustrinos y abanicos de deltas) y depósitos glaciolacustrinos. Se estima una edad mínima de 8.000 ± 500 años (TL) A. P., indicando que este proceso de sedimentación pudo haberse iniciado a principios del Holoceno.	<i>The study of the current geoforms and paleogeography of inactive marshy systems present in the upper section of the Saisay micro-basin, Llano of the Hatico sector, Sub-basin of the upper Chama River; with the purpose of evaluating the origin of these periglacial landscapes of this locality at Los Andes, Venezuela. Geological field work, photointerpretation, description and analysis of the geoforms of the periglacial marsh-lake systems were applied. The results mainly indicate the presence of glacial erosion geoforms (cirques, edges, U-shaped valleys, rocky steps, glacial striations), scarce lateral morrenic deposits and neoglacial valley bottoms; postglacial sediments of fluvioglacial origin (proglacial fluvial channels and channels, proglacial alluvial fans), deltaicglacier (deltaic wedges, prodeltas palustrine and deltas fans) and glaciolacustrine deposits. A minimum age of $8,000 \pm 500$ years (TL) A. P. is estimated, indicating that this sedimentation process could have started at the beginning of the Holocene.</i>	<i>Lida com o estudo da geomorfologia atual e paleogeografia dos sistemas Marsh inativos na seção alta da bacia do Saisay, setor Hatico Lisa, alta bacia de Chama o rio; a fim de avaliar a origem destas paisagens periglacial desta cidade na Andes da Venezuela. Isto tem feito trabalhos de campo geológico, foto-interpretção, descrição e análise da geografia dos sistemas áreas palustre-lacustre. Os resultados indicam principalmente a presença de geoforms de erosão glacial (circos, bordas, degraus de Rocky, Estrías glaciais, vales em forma de U), vale de neoglaciales escasos e depósitos morenos laterais; postglaciales de sedimentos de origem fluvioglacial (bares e pró-glacial canais fluvial, Aluvial fãs pró-glacial), glaciodeltaicos (cunhas de frente deltaica, prodeltas palustrinos e fãs dos deltas) e depósitos de glaciolacustrinos. Estima-se uma idade mínima de 8.000 ± 500 anos (TL) P., indicando que este processo de sedimentação poderia ter começado no início do Holoceno.</i>

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Andes venezolanos, andes venezuelanos, geomorfología, geomorfologia, geomorphology, palaeogeography, paleogeografia, paleogeografia, periglacial, sistemas de humedales, sistemas de zonas húmidas, venezuelan andes, wetland systems.

¹ Ing° Geó°, Esp. Universidad de los Andes (ULA). Grupo Terra. Correo-e: emiliosanchez5@gmail.com

² Geog°, Dr. ULA. Grupo Terra. Correo-e: oguerre@ula.ve

³ Ing° Geó°. ULA. Grupo Terra. Correo-e: katmor19@gmail.com

⁴ Ing° Geó°. ULA. Grupo Terra. Correo-e: edermattie@gmail.com

Introducción

Los Andes de Mérida inician su ascenso durante el Mioceno, probablemente relacionado con las etapas tempranas de colisión del Arco de Panamá contra el oeste de Suramérica (Audemard y Audemard, 2002). Siendo el principal accidente tectónico de Los Andes venezolanos la Falla de Boconó, la cual es de tipo rumbo deslizante dextral, con dirección dominante NO-SE y corre ligeramente oblicua al eje de la cadena de los Andes de Mérida (Giegengack, y Grauch, 1975). En el área de estudio, la falla de Boconó corta, tanto el basamento Precámbrico (¿?) como sedimentos Plio-Pleistocenos, conformado por un complejo sistema de morrenas que caen de manera perpendicular al curso del río Chama, frecuentemente asociados a lagos y glaciares desarrollados en altitudes superiores a los 2.600 m s. n. m., depósitos de la última glaciación del Pleistoceno, conocida como "Glaciación Mérida" (Schubert, 1981). Tanto los mecanismos tectónicos que dieron forma a la cordillera de Mérida y los procesos glaciares, donde se encuentra emplazada el área de estudio, permiten la existencia de un complejo de lagunas-humedales tectono-glaciares, que finalmente se colmatan y colapsan, debido a la carga de sedimentos a la que se ven sometidos, evolucionando desde lagunas hasta turberas. Esta evolución en los procesos sedimentarios se ve influenciada y marcada por los cambios climáticos, ocurridos entre los periodos glaciares e interglaciares durante los últimos 10.000 años, así como por mecanismos relacionados con los movimientos sísmicos generados por el sistema de fallas de Boconó (Audemard y Audemard, 2002). En muchas de las regiones, posterior al retiro de los glaciares, se produjo un relleno o depósito detrítico como consecuencia de la fusión del hielo, dando origen a la formación de sedimentos post-glaciares de tipo fluvio-glacial, glaciodeltaico y glaciolacustrino, como es el caso del sector de Llano del Hatico.

Se propone una evaluación de las

unidades geomorfológicas en la localidad donde afloran estos sistemas de humedales antiguos, con el propósito de reconocer su dinámica actual e interpretar los mecanismos geológicos que produjeron su desaparición a través del análisis de geoformas actuales y antiguas.

Área de estudio

El área de trabajo se encuentra localizada en los Andes centrales de Venezuela, en el estado Mérida, en el municipio Rangel (Figura 1). El polígono que delimita la zona es la divisoria de la microcuenca del El Hoyo que nace en el alto de Micarache (4.200 m s. n. m.). La zona es netamente montañosa, con altitudes que van desde los 2.920 m s. n. m., hasta los 4.200 m s. n. m., con pendientes de moderadas (15

%) a muy altas (90 %) y con geoformas típicas de ambientes glaciales y fluvio-glaciales.

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación, se realizaron recorridos dentro del área, con la finalidad de describir, levantar y analizar los rasgos geológicos - geomorfológicos y los depósitos sedimentarios, haciendo uso de planillas de campo, para la recolección de la información. En esta misma etapa se realizó la recolección de los datos necesarios para determinar los parámetros de la morfometría de la microcuenca en estudio. Previo a esto se realizó la revisión del material bibliográfico, hemerográfico y cartográfico, y se digitalizó la cartografía base de las hojas 6042 - III - NO y 6042 - III - NE de Mucuchíes y

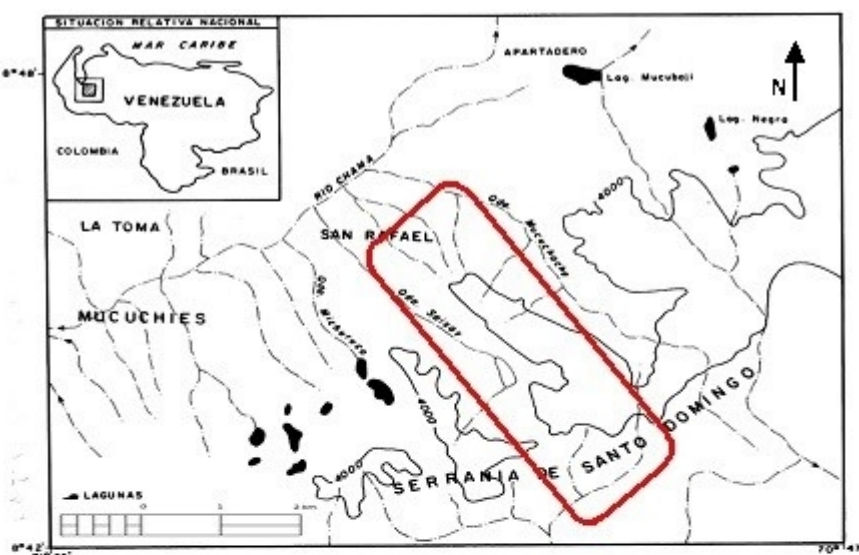


Figura 1. Microcuenca Saisay localizada en la margen izquierda de la subcuenca alta del río Chama, San Rafael de Mucuchíes. Imagen satelital del área de estudio tomada de Google Earth 2018.

la 6042 - III - SE de Cerro El Morro (1974, 1: 25.000), y se realizó la fotointerpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas (Misión 010448 (1972, 1: 10.000), vistas 070, 072 y 075 y Misión 010455 (1973, 1: 20.000), vistas 385 a 388, haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el procesamiento de los datos.

Una vez recolectados todos los datos de campo, se procedió a realizar el perfil de equilibrio de la microcuenca, así como la descripción de algunas secciones representativas, logrando finalmente poder hacer el modelo paleogeográfico del sector Llano del Hatíco.

Resultados

Geomorfología de la microcuenca Saisay

La microcuenca hidrográfica de Saisay corresponde con un conjunto de arroyos permanentes y semipermanentes, que forman parte de la ladera izquierda de la subcuenca alta del río Chama, en la población de San Rafael de Mucuchíes, afectadas por fallamiento local y regional correspondientes a la zona de falla de Boconó (Giegengack, y Grauch, 1975), que afecta la roca formando alineamientos y orientación noroeste de los canales fluviales y de los sistemas de lagunas - humedales de origen esencialmente tectono-glaciales, dentro de las que podemos mencionar a las lagunas de El Hoyo y La Mucuy, las cuales son actualmente humedales de espejo de agua según la clasificación de Shaffer (1966), mientras que en el sec-

tor de Mesa de El Hatíco, se conocen evidencias de una antigua laguna que fue afectada por fenómenos sismo-tectónicos que produjeron su pérdida total como almacenadora de agua, ya que se encuentra ubicada justo encima de la traza de una falla geológica (Figura 2).

El patrón de foliación de la roca es entre 35°-40° NE, afectada por fallas geológicas rumbo deslizante dextrales con componente normal que limitan los cuerpos de roca compuestos por esquistos gnéisicos que ocupan la parte superior de la cuenca, de afloramientos de roca tipo esquistos gnéisicos graníticos que representan la parte inferior de la cuenca, los cuales definen relieves con pendientes moderadas a bajas (25 % y menores).

De los datos obtenidos en campo y de los analizados de las fotografías aéreas se pudo obtener que la microcuenca de Saisay es una cuenca hidrográfica muy pequeña, con una superficie de 11 km², siendo el perímetro de la misma de 17 km, lo cual permite definir una geometría ligeramente alargada. Los parámetros morfométricos definen una cuenca torrentosa con pendiente promedio de hasta un 49 % (22,28°). Estos datos morfométricos definen un perfil de equilibrio fluvial (Figura 3), que representa un conjunto de zonas deprimidas y de reactivación fluvial, productos de la mezcla de procesos y controles climáticos, estructurales y litológicos.

El control estructural afecta sustancialmente las variaciones de las pendientes, producto de los escar-

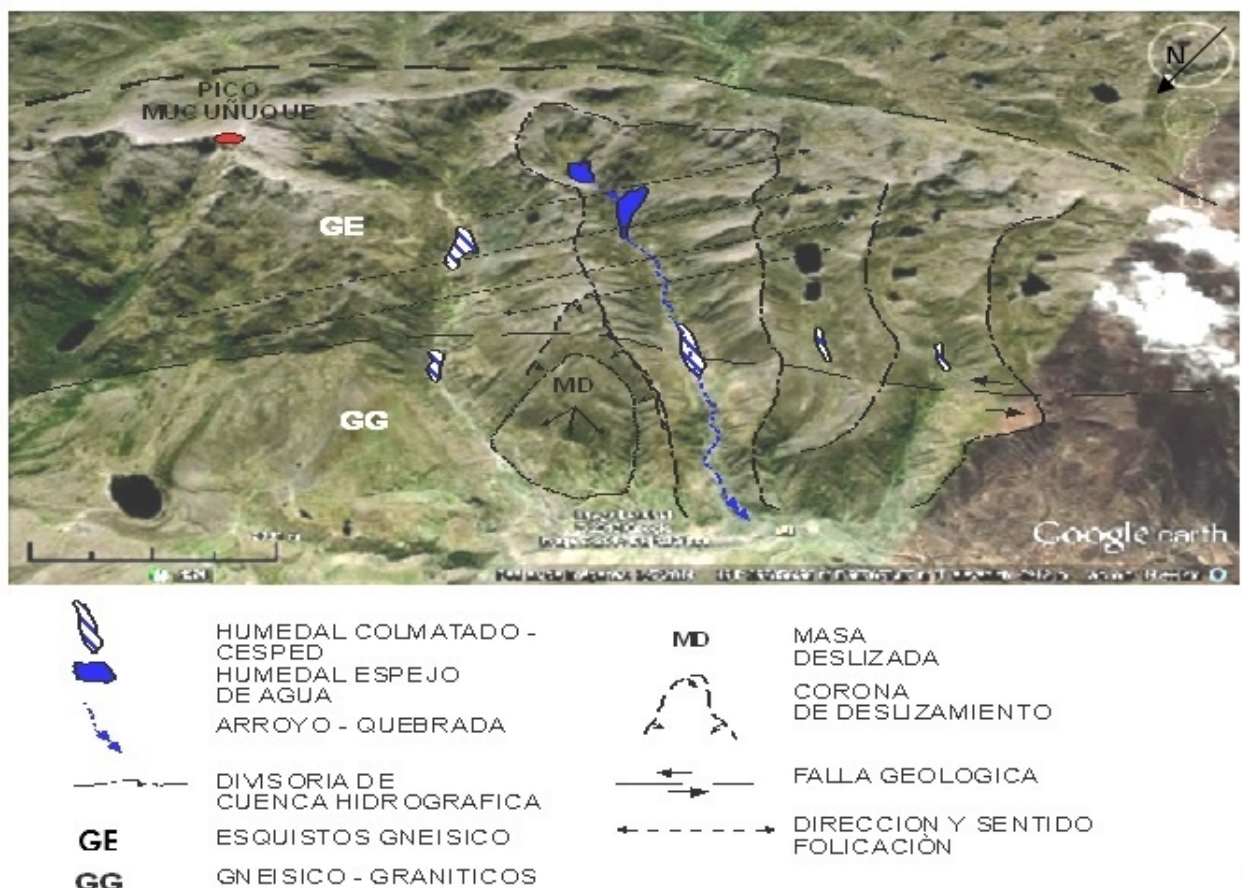


Figura 2. Esquema geológico y ubicación de lagunas (humedales) en la microcuenca Saisay.

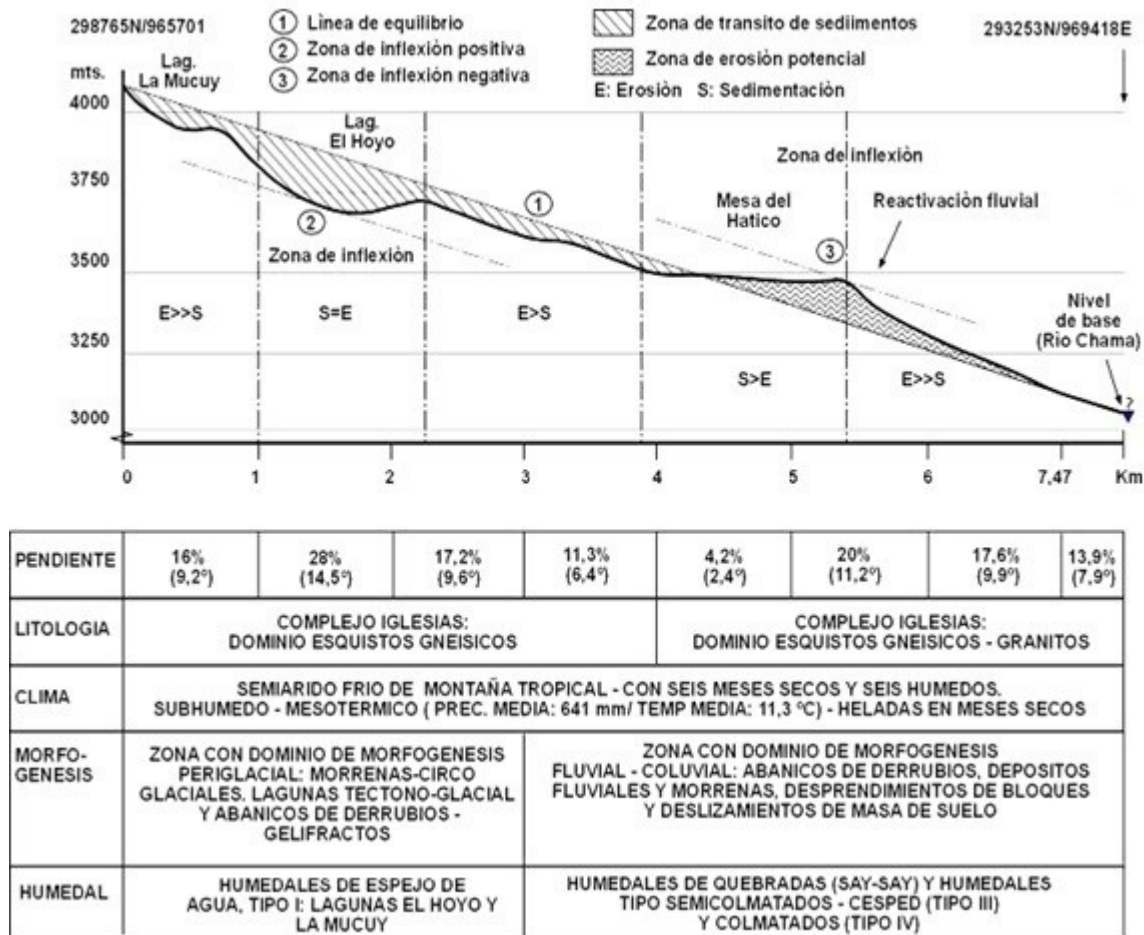


Figura 3. Perfil de equilibrio fluvial de la microcuenca Saisay, donde se muestra los controles geomorfológicos dominantes y los tipos de humedales.

pes de falla que existen a lo largo de la microcuenca permitiendo disminuciones sustanciales en las pendientes de la mismas, las cuales varían en la parte media del fondo del valle fluvial de un 4,2 % hasta un 49 %. Este mecanismo permite mantener un alto porcentaje de sedimentos en tránsito en la zona alta y media de la microcuenca y un tiempo de tránsito muy bajo en la zona baja de la misma, por tal motivo, la tasa de sedimentación y reposo de sedimentos en la parte superiores es mayor y la energía potencial de sedimentos se incrementa sustancialmente, permitiendo elevar la colmatación de los sedimentos y la pérdida de retención de los mismo, siendo un tiempo de concentración estimada de los fluidos de aproximadamente 0,92 min, para un diferencial de 1.200 m de altura y una longitud de colector de 12,23 km, la cual se considera un valor normal para cuencas hidrográficas torrentosas.

La litología aflorante en la microcuenca corresponde al dominio de esquistos gnéissicos e intrusiones graníticas que conforman el Complejo Iglesias (Neo-Proterozoico), sometidos a climas semiáridos fríos de montaña tropical, en condiciones subhúmedas de micro a mesotérmico, con heladas durante los meses secos (Figura 4). Esto permite la acumulación de mantos

meteorizados por disgregación de rocas (gelifracción). Esta condición climática permite la formación de dos (2) paisajes geomorfológicos bien característicos: en las cotas 3.700 m s. n. m. y superiores, se reconocen dominios con morfogénesis periglacial, con geoformas de circos glaciales, lagunas tectono-glacial activas (depresiones de origen estructural con sedimentos

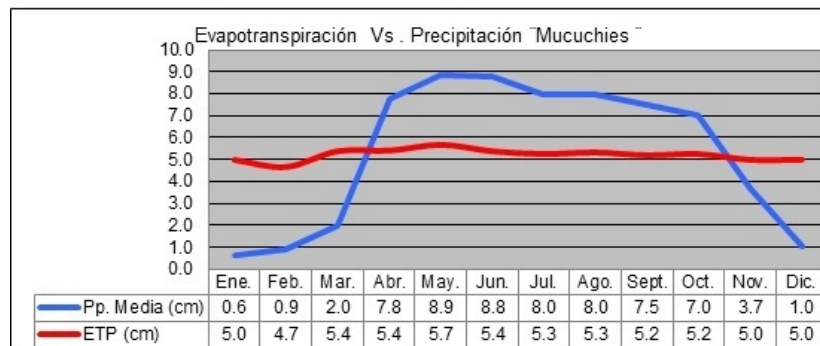


Figura 4. Climograma de la estación climatológica de Mucuchies, estado Mérida. Nótese la distribución casi simétrica de periodos secos y húmedos con altos valores de evapotranspiración (ETP).

de origen glacial) con formación de humedales de espejo de agua (tipo I) y abundantes abanicos de derrumbios de gelifractos, mientras que, en las cotas 3.700 m s. n. m. e inferiores, se reconocen dominios de geoformas con morfogénesis coluvio-fluvial, canales rectos con barras longitudinales, abanicos de coluviones, morrenas laterales, y deslizamientos de terrenos - derrumbes. La presencia de sistemas palustres es muy escaso, solo se reconocen humedales de palustres tipo III y IV (colmatados con sedimentos gravo-arenosos).

Geoformas glaciares

Las formas más prominentes de erosión glacial se localizan en la cuenca alta de la quebrada Saisay en alturas que oscilan entre 3.600 y 4.500 m s. n. m. (Figura 3). Estos rasgos erosionales están representados por circos glaciares compuestos de paredes abruptas y en el fondo de los mismos, se encuentran lagunas originadas durante la desglaciación. Asociados a es-

tos circos se observan otras formas menores de erosión como picachos, aristas, rocas dentadas y agujas. Del mismo modo, en la cuenca media se observa el valle glacial en forma de U, y sobre el lecho rocoso es frecuente la presencia de surcos y acanaladuras, estrías, rocas fracturadas, escalones rocosos, rocas aborregadas y en forma de lomo de ballena (Figura 5). La zona de fondo de valle de la quebrada Saisay, se caracteriza por ser un valle glacial donde no existen depósitos glaciales importantes, a pesar de encontrarse muy cerca de la región de Mucubají - Mesa del Caballo - Mucuchaché, donde se observan arcos morrénicos bien preservados que pertenecen al estadio tardío de la Glaciación Mérida (Schubert, 1981; Bezada, et al., 1995).

Los únicos depósitos glaciales que se presentan en el área, se relacionan con pequeños remanentes de morrenas neoglaciales que se localizan a una altitud aproximada de 3.651 m s. n. m. El origen de estas morrenas, ha sido relacionado con pequeños avances y

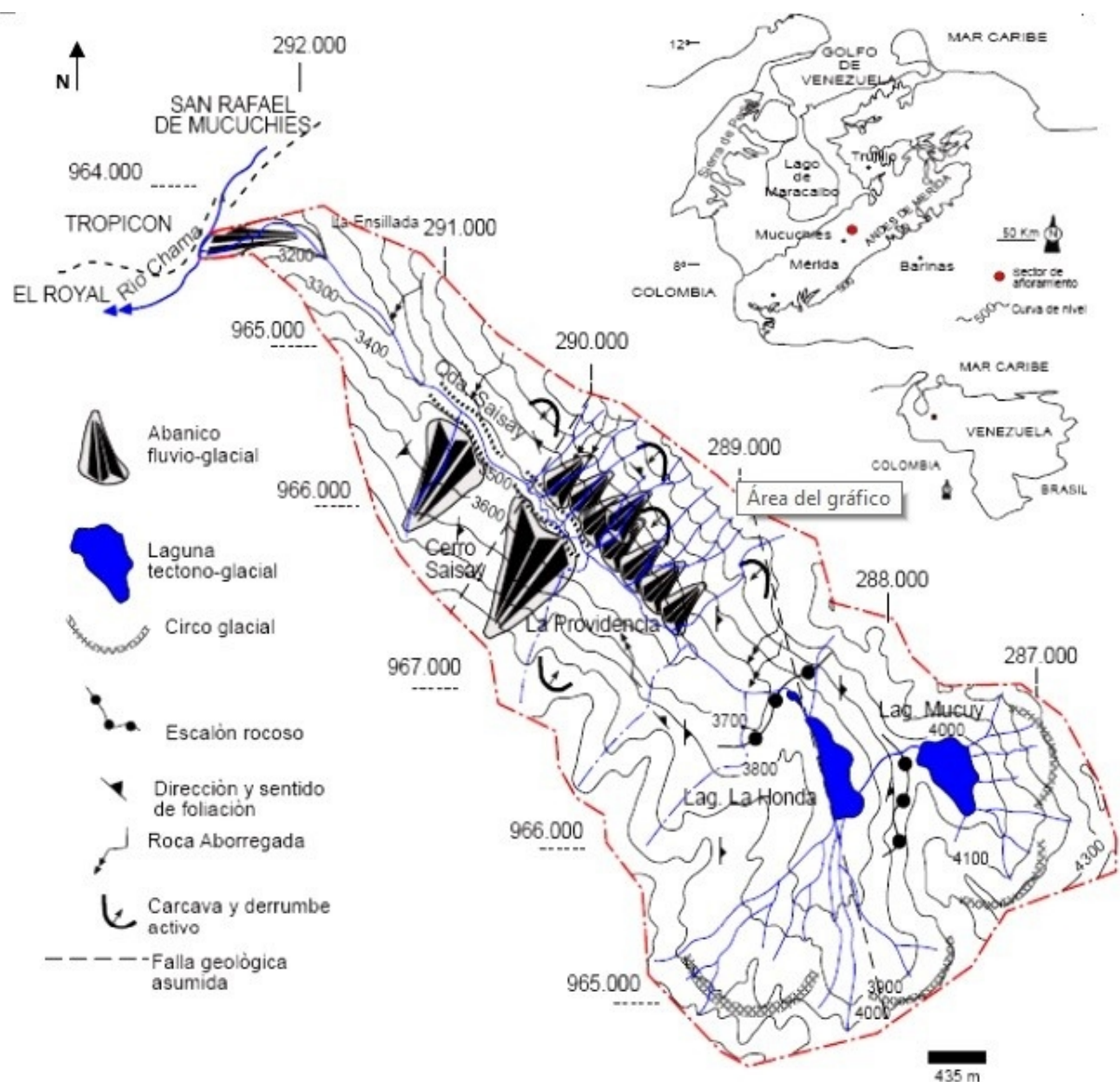


Figura 5. Distribución de rasgos geomorfológicos mayores de la microcuenca de Saisay.

retrocesos glaciales producidos durante depresiones climáticas Holocénicas (Mahany, et al. (1997). Las morrenas están constituidas por clastos de gneis y esquisto, embutidos dentro de una matriz arenosa de color gris.

Depósitos postglaciales

Luego del retiro del glaciar en la transición Pleistoceno - Holoceno se inició un proceso de relleno del valle longitudinal de la microcuenca Saisay, especialmente en la subcuenca media donde se formó una planicie fluvio-glaciárica (*outwash plain*), mientras que en las vertientes y en la cuenca baja, se acumularon conos de derrubios, de gelifracción y glaciotorrenciales.

El proceso de acumulación estuvo condicionado por la formación de una antigua laguna, actualmente inactiva (Figura 6), la cual se originó como consecuencia del represamiento del arroyo Saisay, producto de la depositación de un abanico aluvial, desarrollado en la margen izquierda de la microcuenca, el cual cerró el valle longitudinal. Posteriormente, en la parte distal del abanico aluvial, se produjo una zona de brecha de falla geológica,

por donde el agua represada de la laguna comenzó a drenar hasta desaparecer completamente. Esto trajo como consecuencia, que los sedimentos quedaran expuestos y fueran sometidos a la erosión, observándose hoy en día la presencia de sedimentos de naturaleza fluvio-glaciales, glaciodeltáicos y glaciolacustrinos. En los sedimentos glaciolacustrinos se obtuvo una edad por termoluminiscencia de 8.000 ± 500 años A. P. (Tartu University, Estonia, en González y Bezada, 2001), lo cual sugiere el posible retiro de los glaciales para esa época y el inicio del proceso de sedimentación (Figura 6).

Paleogeografía

Como se mencionó anteriormente, la paleogeografía de este sector se estima que se desarrolló desde, al menos 8.000 ± 500 años A. P., donde existía un sistema palustre de varias decenas de metros de ancho con depocentros de hasta 8,50 m, bordeados por un sistemas de abanicos proglaciales, morrenas de escaso desarrollo, sistema fluvial que alimentaba a la laguna y fallas geológicas que permitieron mantener una zona de inflexión,

produciendo subsidencia en el sector, generando espacio disponible para la acumulación de agua y sedimentos (Figura 7).

El avance progresivo de los sedimentos proveniente del sistema fluvial (Microcuenca Saisay), así como los depósitos glacio-fluviales y aluviales aportados en las zonas laterales a dicho depocentro palustre, fueron progresivamente colmatando la cuenca hidrográfica, hasta el momento en que la misma, debido a mecanismos tectónicos y posibles eventos cosísmicos, vaciaron la laguna, permitiendo la pérdida del sistema palustre.

Conclusiones

La morfología glacial que caracteriza al valle de la microcuenca Saisay se relaciona con geoformas de erosión glacial, especialmente hacia la subcuenca alta, donde se pueden señalar la presencia de circos glaciares, lagunas tectono-glaciares, rocas aborregadas, escalones rocosos, estrías, aristas y surcos.

Existen escasas formas de acumulación glacial, las cuales se relacionan con remanentes de morrenas neoglaciales, originadas du-

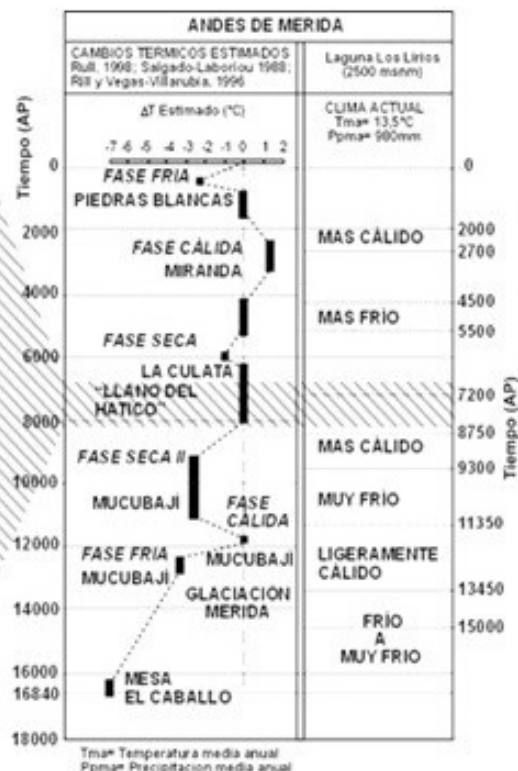


Figura 6. Sección de sistema palustre - humedal antiguo de Mesa del Hatico, microcuenca de Saisay, integración con los resultados paleoclimático obtenidos por varios autores

rante el Holoceno. El material que compone estos depósitos es el *till* de ablación, el cual se originó en un ambiente sedimentario glacial alpino asociado a procesos de fusión del hielo.

La ausencia de morrenas laterales y terminales, como las que se encuentran en los valles adyacentes a la microcuenca Saisay, se atribuye a dos factores: la fusión o desmantelamiento rápido del glaciar Saisay, lo que impidió la formación de morrenas prominentes o, el valle estuvo cubierto totalmente por una capa de hielo, por lo que no hubo alimentación supraglacial que contribuyera a la formación de morrenas mayores.

En cuanto a la paleogeografía se estima que se desarrolló desde, al menos 8.000 ± 500 años A.P., donde existía un sistema palustre de varias decenas de metros de ancho con depocentros de hasta 8,50 m., alimentado por un sistema fluvial. Sin embargo, producto del avance progresivo de los sedimentos proveniente del sistema fluvial (Microcuenca Saisay), así como los depósitos glacio-fluviales y aluviales aportados en las zonas laterales a dicho depocentro palustre, fueron progresivamente colmatando la cuenca hidrográfica, hasta el momento en que la misma, debido a mecanismos tectónicos y posibles eventos cosísmicos, vaciaron la laguna, permitiendo la pérdida del sistema palustre.

Referencias bibliográficas

- Audemard F.E y Audemard F.A (2002). Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South America-Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics* 345: 299-327.
- Bezada, M., Kalm, V., Mahaney, W. C. (1995). *Pleistocene glaciation in the Venezuelan Andes*. INQUA Congress, August 3 - 10.
- Dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas (1952) hojas 6042 - III - NO y 6042 - III - NE de Mucuchíes y la 6042 - III - SE de Cerro

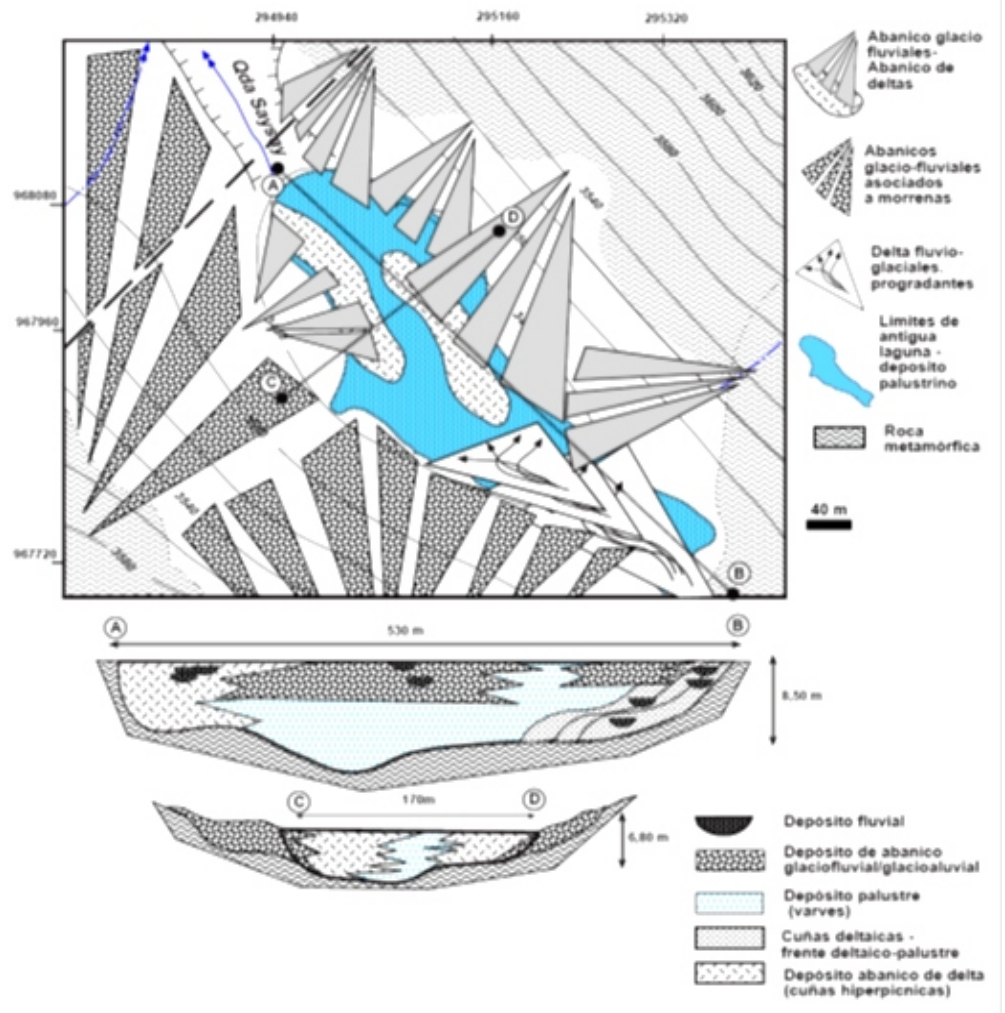


Figura 7. Modelo paleogeográfico para interpretar la dinámica sedimentaria y colmatación ocurrida en el sector Mesa del Hatico.

El Morro (1974, 1: 25.000).

- Giengengack, R., Grauch R. (1975). *Quaternary Geology of central Andes, Venezuela: a preliminary assessment*. En Memorias del II Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas. Venezuela Tomo I, p.241-283.
- González, O., Bezada, M (2001). Pedología y cronología relativa de los depósitos Cuaternarios en tres cuencas de los Andes centrales venezolanos (Estado Mérida). *Acta Científica Venezolana*, 52: 210 - 219
- Mahaney, W.C., Kalm, V., Bezada, M (1997). *Estratigrafía del Cuaternario Tardío de un ambiente proglacial en el área de Mucubají, Mucuchache, El Pedregal. Andes centrales venezolanos*. En Memorias del VII Congreso Geológico Venezolano. Pórlamar, Venezuela.
- Schubert, C (1981). Evolución post-glacial de un valle morrénico, Andes Merideños. *Acta Científica Venezolana*, 32: 151 - 158
- Shaffer, P (1966). Characterization of wetlands hydrology using hidrogeomorphic classification. *Wetlands*. 19 (3).



Esto hacemos con la Deforestación

Fuente: <http://www.risasinmas.com/imagenes-divertidas/deforestacion/>

Uso de materia orgánica para formar sustratos en plantas de café (*Coffea arabica* L.) que mejoren su desarrollo en la fase de vivero 2. Ganancia de peso seco y variación en la composición química del sustrato, capacidad de almacenamiento de humedad

Use of organic matter to form substrates in coffee plants (*Coffea arabica* L.) that improve their development in the nursery stage 2. Increased of dry weight and variation in the substrate chemical composition, moisture storage capacity

Uso de matéria orgânica para formação de substratos em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) que melhorem o seu desenvolvimento na fase de viveiro 2. Ganho de peso seco e variação na composição química do substrato, capacidade de armazenamento de umidade

Dayana Arroyo¹ Pedro Salazar² Ronald Jiménez³ Jesús Ávila Meleán⁴

Recibido: 4-10-18; Aprobado: 8-11-18

Resumen	Abstract	Resumo
El efecto de la materia orgánica animal y vegetal sobre el desarrollo de las plantas de café en vivero fue evaluado en el campo Experimental de Biscucuy, de INIA-Portuguesa, Venezuela, en 2016. Los tratamientos fueron estiércol vacuno, pergamino de café y pulpa de café, mezclados en la proporción de 1/3 con el suelo local y el suelo local como testigo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, cada tratamiento consistió en 25 plantas de café de la variedad Caturra Amarilla, trasplantadas en tubos y colocadas en el vivero para ser evaluadas 78 días después del trasplante. Fungicidas, fertilizantes, control de malezas y riego fueron aplicados. Se detectaron diferencias estadísticas para el tratamiento en las variables, aumento de peso seco de hojas de plantas, tallo de la planta y raíz de la planta. En la prueba de Tukey ($P < 0,05$), se determinó que las plantas que crecieron en sustrato pulpa de café tuvieron el mayor incremento de peso para las tres variables estudiadas debido a la mejora de la composición físico-química de los sustratos con materia orgánica. La capacidad de almacenamiento de humedad incrementó en el tratamiento de estiércol de ganado.	<i>The effect of animal and vegetable organic matter on the development of coffee plants in the nursery was evaluated at Biscucuy Experimental field, of INIA-Portuguesa, Venezuela, in 2016. The treatments were cow dung, coffee parchment and pulp, mixed in the ratio of 1/3 with the local soil and the local soil as a control. A randomized block design with four repetitions was used, each treatment consisted of 25 coffee plants of the Caturra Amarilla variety, transplanted in tubes and placed in the nursery to be evaluated 78 days after the transplant. Fungicides, fertilizers, weed control and irrigation were applied. Statistical differences were detected for the treatment in the variables, increase of dry weight of leaves of plants, stem of the plant and root of the plant. The differences on the Tukey test ($P < 0.05$) indicates that the plants growing in the substrate pulp had the highest dry weight increased for the three studied variables due to the improvement of physical-chemical composition of the substrates with organic matter. The humidity capability developed higher on the cow dung treatment.</i>	O efeito da matéria orgânica vegetal e animal no desenvolvimento de plantas de café no berçário foi avaliado no campo Experimental de Biscucuy, INIA-Portuguesa, Venezuela, em 2016. Os tratamentos foram estrume, café pergamino e polpa de café, misturado na proporção de 1/3 com o solo local e o local como uma testemunha. Utilizou-se um projeto de blocos ao acaso com 4 repetições, cada tratamento consistiu de 25 Caturra amarelo café da variedade de plantas, transplantado para tubos e colocado no viveiro a ser avaliada 78 dias após transplante. Fungicidas, fertilizantes, irrigação e controle de ervas daninhas foram aplicados. Foram detectadas diferenças estatísticas para o tratamento em variáveis, aumento de peso seco das folhas de plantas, planta de caule e da raiz da planta. Sobre o teste de Tukey ($P < 0,05$), determinou-se que as plantas que cresciam em polpa de substrato café tinham o maior aumento de peso para as três variáveis estudadas devido a melhoria da composição físico-química do substrato com matéria orgânica. A capacidade de armazenamento da umidade aumentada no tratamento de estrume.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Berçário, café, coffee plants, dry matter, materia seca, matéria seca, nursery, substrato, sustrato, vivero.

¹ Ing° Agr°, MSc. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Portuguesa (INIA-Portuguesa). Correo-e: daya2a16@gmail.com

² Ing° Agr°, MSc. Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ). Correo-e: pesala59@gmail.com

³ Ing° Agr°, MSc. Libre ejercicio. Correo-e: rjlt2003@gmail.com

⁴ Ing° Agr°, MSc. INIA-Portuguesa. Correo-e: javilaster@gmail.com

Introducción

En el estado Portuguesa se produjeron 38.500 qq de café durante el ciclo de siembra 2007-2008, lo cual representó un 33 % de la producción nacional (189.500 qq), comportamiento que le permite ubicarse en el tercer lugar como estado productor de café en el país (MPPAT, 2008). La mayor zona productora del estado se ubica en el municipio Sucre; sus suelos son clasificados dentro de las subclases VIe, VIIes y VIIIes y en menor proporción a las subclases IIIs, IVs, VIIie y VIIIes, (de acuerdo a su capacidad de uso) con pendientes que varían entre 30% y 100%, por lo que son susceptibles a la erosión hídrica (últimamente intensificada por las quemadas incontroladas). ALSUCRE (2007). Estas características hacen a estos suelos inadecuados para cultivos anuales, recomendándose para explotación de cultivos permanentes o cultivos que sean sometidos a prácticas especiales de conservación como especies forestales, frutales con césped y café bajo sombra.

El 90 % de los productores de café de Portuguesa se ubican en la localidad de Biscucuy (municipio Sucre), los mismos realizan la preparación de viveros, tanto para la renovación de cafetales como para el establecimiento de nuevas plantaciones, de manera tradicional, que consiste en el llenado de los materos con tierra de la zona sin ninguna mezcla, afectando negativamente el desarrollo de las plantas, ya que este suelo no aporta los nutrientes ni las condiciones necesarias para su desarrollo inicial. Se sospecha que mezclando al suelo con como orgánica de origen animal o de origen vegetal, se produce un sustrato que mejoraría el desarrollo de las plantas debido al aporte de nutrientes y la oxigenación del suelo. Al respecto, Cruz Crespo *et al.* (2012), señalan que un sustrato para el cultivo de plantas es todo material que solo o combinado, puede proporcionar anclaje, oxígeno, nutrimentos y agua suficiente para el óptimo desarrollo de las mismas. Por su lado Calderón (2006), lo define como todo material natural o sintético, mineral u orgánico, que permite el anclaje y

soporte a través del sistema radicular, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. También señala, que una planta de calidad se obtiene con un buen material genético y un sustrato adecuado para su desarrollo inicial. En relación con lo anterior, Vásquez y Arízaleta (2007), al evaluar los sustratos compost de pulpa de café y cachaza de caña de azúcar, solos o combinados, en las variedades de café "Caturra rojo" y "Catuai amarillo" encontraron incremento en el contenido de P y K a nivel foliar en la variedad 'Caturra'. Escamilla y Cruz (2006), evaluaron el sustrato comercial MicroSoil con otros tres sustratos de uso comercial, encontraron mayores valores de la longitud del tallo, tamaño de las plantas y peso fresco de las hojas en los cafetos de la variedad Oro. En tanto que Rojas (2004), al evaluar la pulpa de café y la cáscara de nuez de macadamia como sustratos orgánicos sobre plantas de café a nivel de vivero, encontró que el mejor desarrollo se obtuvo con un sustrato compuesto por 25 % pulpa de café y 75 % suelo; también, Moreira (2003), señaló que la pulpa de café fue la mejor fuente de materia orgánica en los sistemas de café orgánico en provincias de Minas de Gerais (Brasil). Rodríguez y Viera (2002) indican, que la pulpa y el pergamino de café incrementan el desarrollo de las plantas de cafetos en macetas. En el mismo sentido, Julca-Otiniano (2002), evaluando sustratos de origen orgánico sobre el crecimiento de plantas de café en almácigos en la provincia de Chanchamayo, Lima-Perú, encontró que el tratamiento compuesto de 40 % gallinaza y 60 % suelo de bosque primario presentó mayores ventajas sobre las plantas. También menciona que los sustratos orgánicos tiene un efecto sobre la ganancia de peso seco de las plantas; Valencia (2009), indica que los materiales orgánicos incrementan los nutrientes y promueve su absorción; en ese sentido, Colmenarez (2007) señala que la incorporación de materia orgánica, favorece el crecimiento de las plantas, aumenta la actividad microbiana en el suelo y la capacidad de absor-

ción por las raíces. Encontró un efecto positivo sobre el aumento de materia seca en las plantas de café con el uso de estiércol de bovino, pulpa de café y Bocashi por el aporte de sustancias esenciales para el crecimiento y desarrollo. Por su lado Acevedo *et al.* (2014), mencionan que encontraron mayor crecimiento de las plantas con el uso de sustrato compost, estiércol de bovino y pulpa de café, lo cual le permitió formar un sistema de raíces capaz de absorber mejor a los nutrientes. Rojas (2004), encontró aumento en el peso seco en la altura de la planta, la raíz y la parte aérea en general al adicionar pulpa de café como sustrato en los cafetos. Igualmente, Escamilla y Cruz (2006), concluyeron, que los cafetos de la variedad Oro Azteca mostraron mayores valores de longitud del tallo, tamaño de las plantas, peso fresco de las hojas y peso fresco de la raíz cuando se agregó MicroSoil en comparación con tres sustratos de uso comercial utilizados. Finalmente, García (2008) señala las propiedades que deben tener los sustratos deben estar libre de enfermedades, plagas y malezas, disponibles en cantidades suficientes y de bajo costo; partículas de un tamaño que garanticen una relación aire/agua de 3/1; la porosidad mayor a 85 %, almacenamiento de agua entre 24 -40 %, la densidad aparente menor a 0,4 g/cm³, la relación C/N debe proporcionar estabilidad a la materia orgánica, capacidad de intercambio de cationes (CIC) entre 6-15 meq/100 g (24-60 meq/litro), un valor de pH que propicie la disponibilidad de los nutrientes, una adecuada concentración de sales en la solución acuosa, bajos niveles de salinidad y una conductividad eléctrica menor de 0,65 ds/m. También señala que los recipientes para las plantas de pequeño volumen incrementan el riesgo de acumulación de sales a niveles tóxicos.

El objetivo de esta investigación fue el determinar si el agregado de materia orgánica al suelo mejora el sustrato de manera que favorezca la ganancia de peso seco de las plantas de café sembradas en tubetes en condiciones de vivero.

Materiales y métodos

El experimento se condujo en el Campo Experimental Biscucuy, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en la carretera nacional Guanare - Biscucuy, a 38 km de Guanare, sector "Santo Cristo I", municipio Sucre, estado-Portuguesa, en el año 2015, localizado en las coordenadas N1031608 y E392531, altitud 450 msnm, con temperaturas que oscilan entre 22 y 35 °C, clasificada según Holdridge (1979) como Bosque Húmedo Tropical Premontano. La precipitación para esta zona es influenciada por las variaciones de pisos altitudinales y las posiciones del sotavento y barlovento de las montañas. En ese sentido, según los registros de la estación Las Guafas, parroquia Uvencio Antonio Velásquez de este municipio, la precipitación promedio anual en la década 1990-2000 fue de 2.443,5 mm (MPPA 2002). La evaporación potencial oscila entre el 25 y 50 %, por lo que la zona dispone de una alta capacidad de reserva hídrica. La humedad promedio es de 71%, presentando picos máximos entre 78 y 79 % durante los meses de julio y agosto. Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar (DBA), con 4 repeticiones para evaluar los siguientes 4 tratamientos: testigo (T0) suelo de la localidad, tratamiento (T1) 30 % estiércol descompuesto de bovino más 70 % suelo de la localidad, tratamiento (T2) 30 % pergamino de café más 70 % suelo de la localidad; y (T3) 30 % pulpa de café descompuesta más 70 % suelo de la localidad. Posteriormente se pasaron por un tamiz de 1,5 mm, para uniformizar cada una de las mezclas, cada tratamiento estuvo formado por 25 plantas, para un total de 400 plantas, colocadas en un vivero para su evaluación. Las semillas utilizadas provenían del Banco de Germoplasma de INIA-Táchira, variedad Caturra Amarilla, de plantas con un buen estado sanitario, como fue recomendado por Crespo (1996). Las semillas se pre-germinaron sumergiéndolas en agua por 12 horas, luego se pasaron a un germinador con las siguientes dimensiones: 1 m largo x 1 m ancho x 0,20 m de alto, construido con bloques y arena. La arena se desinfectó con fungicida FUGITAN (clortalonil 50 % (S/C) P/V) en la dosis 5 g/l. Las semillas se soterraron en el germinador y se taparon con una capa de 0,5 cm de arena. El riego se aplicó una vez al día mientras estuvo establecido el germinador y para proteger de los excesos de lluvias y radiación solar, se construyó un techo de hojas de palma a una altura de 1,5 m del suelo.

Se utilizó materia orgánica de origen local para disminuir los costos directos, provenientes de la finca SABECA, ubicada a 8 km del Campo Experimental. De cada sustrato se tomó una muestra al inicio del ensayo para hacerle un análisis físico-químico en el laboratorio de suelos de la UCLA-Lara, a fin observar posibles variaciones en la composición que pudieran incidir en el desarrollo de las plantas. El trasplante de plantas se realizó en la fase de "chapola" después que las plantas habían permanecido en la fase de germinador por 55 días, colocándolas en los tubetes de polietileno para café con dimensiones de 13 cm de altura y 130 cm³ de capacidad, previamente los sustra-

tos se habían desinfectado con el fungicida FUNGITAN SC en una dosis de 5 g/l. El fungicida se aplicó con una frecuencia de 15 días simultáneamente se realizaba el control manual de malezas. Se aplicó fertilizante edáfico una vez con la fórmula 10-20-20, en dosis de 3 g/planta, 20 días después del trasplante a todos los tratamientos. Adicionalmente, se realizaron tres aplicaciones foliares del producto HUMUS 15 LC en una dosis de 5 cc/l de agua.

A los 78 días después del trasplante (DDT), se evaluó la ganancia de materia seca (gr), se aplicó la metodología señalada por Picón (2011), que consiste en tomar 5 plantas por tratamiento, fundamentándose en el peso seco de las hojas (PSH), peso seco del tallo (PST) y peso seco de la raíz (PSR). Después de lavar las plantas, se separaron en hojas, tallos y raíces se identificaron por tratamientos y repeticiones en bolsas de papel y se pesaron (Ph), luego se llevaron a la estufa a 75 °C hasta lograr peso constante (Ps).

A través del análisis de laboratorio en la UCLA, se obtuvieron los valores de los parámetros físico-químicos, N, P, K, MO, micronutrientes y conductividad eléctrica y pH, parámetros determinados de acuerdo al protocolo del laboratorio. El porcentaje retención de humedad del suelo (RH) se determinó previo al trasplante de chapolas con la selección al azar de 5 tubetes por tratamiento, luego de 20 minutos de haberle aplicado riego se pesó (Ph), se obtuvo el peso húmedo de cada muestra, se llevaron a la estufa, sometiéndolas a 90 °C por 48 h, allí se pesaron para obtener valores de peso seco (Ps), con estos valores se determinó el porcentaje de retención de humedad (RH) con el uso de la siguiente fórmula:

$$\%RH = \frac{(Ph - Ps) * 100}{Ph}$$

Donde: Ph= peso húmedo de la muestra

Ps= peso seco a las 48 horas.

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el programa estadístico Statistix 8.0. (2003), con el análisis de la varianza (ANDEVA) para el diseño estadístico de bloques al azar.

Resultados y discusión

En la tabla I se presenta el andeva con el efecto de los sustratos sobre la ganancia de peso, detectándose diferencias estadísticas ($P < 0,01$), del efecto tratamientos sobre las tres variables estudiadas, lo cual indica que los sustratos estudiados promovieron la ganancia de peso seco por diferentes partes de la plantas de café. Resultados similares obtuvieron Rodríguez y Viera (2002), Rojas (2004), Escamilla y Cruz (2006), Colmenarez (2007), Valencia (2009) y Acevedo *et al.* (2014) al evaluar diferentes combinaciones de suelos con materia orgánica.

Al comparar los valores promedios mediante Turkey al 5 %, Tabla II, se encontró que la ganancia de peso seco para las tres variables (PSH, PST y PSR) con el

Tabla I. Cuadrado medio del error y su significancia para el efecto de sustratos sobre la ganancia de peso seco en plantas de cafeto en vivero.

Fuente de variación	G de L	PSH	PST	PSR
Bloques	3	0,21682	0,01249	0,05419
Tratamientos	3	1,50118**	0,20309**	0,73355 **
Error	72	0,03422	0,00401	0,01716
CV %		25,31	27,00	32,58

**Diferencias significativas ($P < 0,01$, PSH= Peso seco de hojas, PST= Peso seco de Tallo, PSR=peso seco raíz.

Tabla II. Valores promedios (g) de ganancia de peso seco por las plantas en las variables evaluadas en el efecto de sustratos sobre plantas de cafeto en vivero.

Tratamiento	PSH (***)	PST	PSR
T0 (*)	0,57 bc (**)	0,18 c	0,27 c
T1	0,51 c	0,15 c	0,23 c
T2	0,71 b	0,24 b	0,47 b
T3	1,13 a	0,38 a	0,64 a

(*) T0: (conformado 100% suelo de la localidad), T1: (30% estiércol descompuesto de bovino+ 70 % de suelo del lugar), T2: (30 % pergamino de café+ 70 % de suelo del lugar); y T3: (30 % pulpa de café descompuesta+ 70 % de suelo del lugar).

(**) =Valores promedios con la misma letra son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey al 0,50 %.

(***) PSH= Peso seco de hojas, PST= Peso seco de Tallo, PSR=peso seco raíz.

sustrato pulpa de café (T3) fue superior al resto de los tratamientos por su lado, el uso de pergamino de café (T2) superó a los tratamientos T1 y T0 para las variables PST y PSR, mientras que el uso de estiércol de ganado (T1) mostró un comportamiento similar al uso de tierra del lugar (T0), lo cual evidencia que el tratamiento pulpa de café descompuesta mejora la ganancia de materia seca en las plantas de café

a nivel de vivero.

Un comportamiento parecido fue señalado por Rojas (2004), quien encontró aumento en el peso seco en las variables altura de la planta, la raíz y la parte aérea en general, al adicionar pulpa de café como materia orgánica al sustrato utilizado para la propagación de cafetos.

Análisis de parámetros físico-químicos de los tratamientos evaluados

En la tabla III se presentan los resultado del análisis físico-químico de los tratamientos usados como sustratos, los que tenían estiércol de ganado (T1) y pergamino de café (T2) mostraron una mayor concentración de MO que en el tratamiento donde se utilizó pulpa de café y que el tratamiento testigo (T0) (13.300 y 18.200 vs 8.700 y 1,5 mg/kg, respectivamente). Este compor-

tamiento podría deberse a que en estos dos sustratos la materia orgánica agregada no se había descompuesto completamente, lo cual si ocurrió en la pulpa de café (T3) porque en ella predominan los azúcares, almidones y proteínas, por su lado, la descomposición del estiércol de ganado (T1), donde predomina la celulosa por el consumo de pastizales y en el pergamino de café (T2, predomina la de lignina, la descomposición es más lenta, este comportamiento coincide con lo señalado por la FAO, (2018).

En relación al pH, se notó una disminución en los tratamientos donde se aplicó MO, esto es al compararlo con el pH del suelo, notándose más evidente en los sustratos T3 y T2 (4,17 y 4,65 vs 7,8, respectivamente, esto pudiera ser causado por la ionización de los radicales orgánicos (COOH , NH_2 , OH) en de la materia orgánica, liberándose iones de H^+ a la solución del suelo y reduciendo el pH, tal como lo señaló Bravo (2000), el menor valor de pH en donde se agregó pulpa café (T3), posiblemente se deba a que al estar más descompuesto, habría liberado más iones H^+ disminuye más el pH. En relación a la conductividad eléctrica, también se observa una disminución de ese valor en los sustratos con materia orgánica al comparar con el suelo del lugar (1,8; 0,38 y 0,42 vs 2,3 ds/m, para T1, T3, T2 y Testigo, respectivamente) este comportamiento coincide con lo señalado por Acevedo *et al.* (2014), quienes señalaron que la aplicación de materia orgánica al suelo disminuye la conductividad eléctrica, lo cual proporciona mejores condiciones de absorción y aprovechamiento de nutrientes.

Así mismo, se observó mayor concentración de N, P, K, Mg, Cu, Mn, y Zn en los tratamientos T1, T2 y T3, en contraste con el tratamiento T0, lo cual permite inferir que la adición de materiales de origen orgánico en las mezclas para sustratos mejora la fertilidad del suelo, y que el mayor grado de descomposición de la pulpa de café contribuyó a disminuir más el pH y la conductividad eléctrica, lo cual generó una condición que permitió

Tabla III. Análisis físico-químico de los sustratos utilizados para el desarrollo de plantas de café.

Tratamientos	Parámetros										
	pH	C.E dS/m	M.O %	N mg/kg	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
T0(*)	7,8	2,3	1,5	5.600	43	232	5.050	286	6,98	4,53	3,73
T1	6,43	1,8	21,2	13.300	2.800	3.800	4.700	2.400	151,1	457,4	341,6
T2	4,65	0,38	27,7	18.200	2.000	1.700	6.800	1.400	207,6	372,9	543,5
T3	4,17	0,42	12,2	8.700	2.600	400	6.100	800	237	349,5	628,2

(*) T0: (conformado 100 % suelo de la localidad), T1: (30 % estiércol descompuesto de bovino+ 70 % de suelo del lugar), T2: (30 % pergamino de café+ 70 % de suelo del lugar); y T3: (30 % pulpa de café descompuesta+ 70 % de suelo del lugar).

a las plantas mejor absorción de estos nutrientes y por ende mejor desarrollo de las mismas. Los valores del Porcentaje (%) de retención de humedad en el suelo muestreado al inicio del ensayo que presentan en la Tabla IV, aunque esta variable no fue

Tabla IV. Contenido de humedad en diferentes sustratos para plantas de

Tratamiento	Humedad (%)
T0(*)	21,64
T1	40,42
T2	35,36
T3	38,02

(*) T0: (conformado 100 % suelo de la localidad), T1: (30 % estiércol descompuesto de bovino+ 70 % de suelo del lugar), T2: (30 % pergamino de café+ 70 % de suelo del lugar); y T3: (30 % pulpa de café descompuesta+ 70% de suelo del lugar).

35,36 %, respectivamente), mientras que el tratamiento T0, mostró el menor valor (1,64 %), lo cual confirma que agregar materia orgánica a la mezcla de suelo a utilizar como sustrato, incrementa la capacidad de almacenamiento de humedad del mismo y que el estiércol de ganado favorece mayor almacenamiento de humedad.

Conclusiones

Los sustratos evaluados promueven mayor acumulación de peso seco de las plantas, especialmente la pulpa y el pergamino de café, al compararlos con estiércol de ganado y suelo del lugar.

La adición de pulpa de café mejora la fertilidad del suelo, reduce la conductividad eléctrica y aumenta el pH a niveles que promueven la disponibilidad de los nutrientes en la solución del suelo, así como la absorción por parte de las plantas.

El uso de estiércol de ganado generó la mayor retención de humedad, pero dicha condición por sí sola, no produjo efecto sobre las variables evaluadas en las plantas de café.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, I., Contreras, J., González R. y García, O. (2014). Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo de huerto. *Revista Facultad de Agronomía* (Luz). 31: 325-340.
- ALSUCRE (2007). *Plan de Desarrollo Municipal 2007-2009*. Alcaldía del municipio Sucre. 725p. (MIMEOGRAFIADO).
- Analytical Software. (2003). *Statistix8 for Windows, User manual*. Analytical software. Tallahassee, FL, USA. It is a statistical analysis program you can use to quickly analyze your data. Disponible: (<http://statistix.software.informer.com/8.0/>). Revisado 01/06/2012.
- Calderón, A. (2006). *Sustratos agrícolas*. ProyectoFondefD011063. Disponible. <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas>

- 1.pdf. [Consulta, octubre 14, 2014].
- Colmenarez, F. (2007). *Fuentes de materia orgánica en plantas de café*. Trabajo de Maestría. UCLA, Lara. 92pp.
- Crespo, R. (1996). *Café. Curso de Cultivos Tropicales*. Dpto. de Fitotecnia. UNALa Molina. Lima. 4 pp.
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoya, R., Robles-Bermúdez, A., Juárez-López, P. (2012). *Sustratos en la horticultura*. Disponible <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCENCIAS/articulo/vi> ew/31/29. [Consulta: abril 24, 2015].
- Escamilla, E; Cruz, J. (2006). *Evaluación de MicroSoil en vivero de café*. Universidad Autónoma de Chapingo, Huatusco, México. En: http://www.microsoil-mexico.com/prueba_cafe.htm. [Consulta: mayo 01, 2009].
- FAO (2018). *Conservación de los recursos naturales para una Agricultura Sostenible. Materia orgánica y actividad biológica*. Disponible http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/ba/organic_matter.pdf.
- García, J. (2008). *Evaluación de la cascarilla de café para utilizarse como sustrato en cultivo sin suelo de hortalizas*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca de Juárez. México. 86 pp.
- Holdridge, L. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- Julca-Otiniano, A. (2002). *Crecimiento de Coffea arabica variedad Caturra amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú*. En: <http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/cafe/pdfs/coffee.pdf>. [Consulta: abril 28, 2009].
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA AGRICULTURA Y TIERRA (2008). *Reunión de sala técnica del café. Guanare*. Documento de trabajo, 6 p.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR DE AGRICULTURA (2002). *Estadísticas climáticas. Estación "Las Guafas", municipio Sucre, estado Portuguesa*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. 56 p.
- Moreira, C. (2003). *Caracterizacao de sistema de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais*. Título de Mestrado Ecología de Agroecosistemas. Postgrado em Agronomia. Área: fitotecnia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. Universidad de Sao Paulo Brasil. 113 p.
- Rodriguez y Viera (2002). *Biabono de pulpa de café*. En: <http://www.pasolac.org.ve/files/publicaciones/1175041790cafe.pdf> [Consulta: abril 28, 2012].
- Rojas, C. (2004). *Evaluación de la pulpa de café y de la cáscara de nuez de macadamia como sustratos orgánicos sobre el crecimiento de plantas de café a nivel de vivero*. Trabajo de grado. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Lara, Venezuela. En: http://bibagr.ucla.edu.ve/cgiwin/be_alex.exe?Autor=Rojas,+Carlos+Honorio&Nombrebd=bvetucla. [Consulta: abril 26, 2009].
- Valencia (2009). *Residuos de la producción cafetalera para la producción y usos como abonos orgánicos*. C E N I C A F E . En: <http://www.ucentral.edu.co/..taller%abonos%org%E1nicos.pdf> [Consulta: abril 16, 2013].
- Vásquez, H.; Arizaleta, M. (2007). *Efecto de sustratos orgánicos basados en cachaza de caña de azúcar y pulpa de café compostado sobre la fase inicial del crecimiento vegetativo del café (Coffea arabica L.)*. UCLA-Lara. Trabajo de grado. 132 p.



Cuidamos la Tierra

Fuente: <https://es.pinterest.com/pin/38913984250513192/>

Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Segunda parte: cálculo de los parámetros de la fuente

Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. Second part: calculation of source parameters

Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Parte dois: cálculo dos parâmetros da fonte

Raquel Vásquez Stanescu¹ Alejandra Leal Guzmán² José Antonio Rodríguez³ Franck Audemard M.⁴

Recibido: 5-9-18; Aprobado: 23-10-18

Resumen	Abstract	Resumo
El terremoto ocurrido el 29 de octubre de 1900 en Venezuela es uno de los más devastadores del cual se tiene un registro histórico pues ocasionó pérdida de vidas humanas e incontables daños materiales en la región epicentral. La mayoría de los autores que han estudiado este terremoto en el pasado coinciden en un epicentro marino, aunque su ubicación exacta y la magnitud asignada presentan diversas variaciones. El objetivo principal de este estudio consiste en el recalcu de los parámetros de la fuente del terremoto de 1900 con base en datos macro sísmicos recientes. El centro de intensidades fue obtenido por el método de Bakun y Wentworth (1997), mientras que la magnitud macrosísmica y profundidad focal fueron calculados a través de la aplicación de diversos métodos. Los resultados muestran un baricentro marino con una profundidad focal promedio de $44,5 \pm 2,8$ km y una magnitud macrosísmica promedio igual a $7,67 M_w$.	The 29 October 1900 earthquake occurred in Venezuela is one of the most devastating of which there are historical records due to it caused human life loss and a great amount of material damages in the epicentral region. Most of the authors who have studied this earthquake in the past agree in an offshore epicenter, although their exact location and magnitude range vary widely. The main goal of this study is the recalculation of the 1900 earthquake source parameters based on recent macroseismic data. The intensity center was obtained by using Bakun and Wentworth (1997) method. Bakun and Wentworth (1997), the macroseismic magnitude and focal depth were calculated through the application of several methods. The results show an offshore barycenter with an average focal depth of 44.5 ± 2.8 km and an average macroseismic magnitude equal to $7.67 M_w$.	O terremoto que ocorreu em 29 de outubro de 1900 na Venezuela é um dos mais devastadores dos quais há um registro histórico, pois ele causou a perda de vidas humanas e inúmeros danos materiais na região epicentral. A maioria dos autores que estudaram este terremoto no passado concorda em um epicentro marinho, embora sua localização exata e a magnitude atribuída apresentem diversas variações. O principal objetivo deste estudo é recalcul os parâmetros da fonte do terremoto de 1900 baseado em dados macro sísmicos recentes. O centro de intensidade foi obtido pelo método de Bakun e Wentworth (1997), enquanto a magnitude macrosísmica e a profundidade focal foram calculadas através da aplicação de vários métodos. Os resultados mostram um baricentro marinho com profundidade focal média de $44,5 \pm 2,8$ km e uma magnitude macrosísmica média igual a $7,67 M_w$.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

1900 earthquake, Bakun and Wentworth, Bakun e Wentworth, Bakun y Wentworth, intensidades, intensidades, intensities, parâmetros da fonte, parâmetros de la fuente, sismicidad histórica de Venezuela, sismicidade histórica da Venezuela, source parameters, terremoto de 1900, terremoto de 1900, Venezuelan historical seismicity.

¹ Licd° Fís°, MSc. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Correo-e: rvasquez@funvisis.gob.ve

² Antrop°. Dra. FUNVISIS. Correo-e: aleal@funvisis.gob.ve

³ Ing° Geó°. FUNVISIS. Correo-e: jrodriguez@funvisis.gob.ve

⁴ Ing° Geó°, Dr. FUNVISIS. Correo-e: faudemard@funvisis.gob.ve

Introducción

El 29 de octubre de 1900 a las 4:41 hora local (9:11 UTC) ocurre el terremoto cortical de mayor magnitud en Venezuela del cual se tiene un registro histórico. Fue ampliamente sentido a lo largo del territorio nacional y en Trinidad, produjo aproximadamente 57 muertos y 264 heridos, gran alarma en la población e importantes daños materiales en la zona epicentral. También existe evidencia de la generación de un tsunami, cuyas olas con alturas máximas de hasta cinco metros, arribaron a la costa en la región centro-norte del país y las islas de Los Roques y La Tortuga (F. Audemard, *com. pers.*, 2017). La estimación de las intensidades y los parámetros de la fuente de la este terremoto han sido estudiados por diversos autores en el pasado y los resultados obtenidos se muestran en la tabla I.

Con excepción de Sievers (1905) y Palme *et al.* (2009), otros autores proponen que el epicentro de este terremoto se ubica costa afuera (Gutenberg y Richter, 1954; Fiedler, 1961; 1968; 1988; Jakubowicz

y Larotta, 1974; Grases y Rodríguez, 2001; Palme *et al.*, 2005b; Hernández *et al.*, 2009a; 2009b; Colón *et al.*, 2015), aunque la ubicación exacta presenta variaciones (ver figura 1). De igual modo, La profundidad de este evento ha sido poco estudiada, siendo Fiedler (1961) el único investigador que estima un valor aproximado de 50 km con base en el método de Gutenberg y Richter (1942) (de ahora en adelante mencionado como G&R) y datos macrosísmicos de la época. En general, la magnitud macrosísmica de este evento varía entre 6,3 mC (Fiedler, 1968) y 8,4 M_s (Gutenberg y Richter, 1954). Fiedler (1988), quien obtiene dos sismogramas históricos provenientes de los Observatorios Pamplemousses y Kew ubicados en las islas Mauricio e Inglaterra, respectivamente, calcula un epicentro marino y una magnitud promedio instrumental igual a 7,6 M_s .

El objetivo de nuestro estudio consiste en reestimar los parámetros de la fuente del terremoto de 1900 partiendo de información macro-

sísmica analizada recientemente (Leal Guzmán *et al.*, 2015) con base en la estimación de intensidades de acuerdo a la escala de Mercalli Modificada (1956) (de ahora en adelante mencionado como MM) en 84 localidades afectadas por este terremoto en Venezuela y Trinidad. Los datos macrosísmicos son de gran relevancia en la evaluación de terremotos históricos (pre-instrumentales), pues son la única fuente de información disponible para estimar sus parámetros sísmicos, principalmente cuando la ruptura de la falla que genera estos eventos no es observable en superficie. En nuestro caso, el centro de intensidad es calculado empleando el método de Bakun y Wentworth (1997) (de ahora en adelante mencionado como B&W). Se recurre a diversos métodos además de B&W (1997) (área de puntos de intensidades para una intensidad en particular, área de percepción y radio de percepción) para obtener una magnitud macrosísmica promedio más robusta, así como los métodos de G&R (1942), Blake (1941) y She-

Tabla I. Recopilación histórica de los parámetros de la fuente asociados al terremoto del 29 de octubre de 1900.

Referencia Figura 1	Autor	Epicentro		Magnitud	Profundidad (km)	Intensidad Máxima
		Latitud (°)	Longitud (°)			
1	Centeno Graü, 1969	11,5	-66	-	-	9
-	Sievers, 1905	Entre Caracas e Higuero		-	-	-
2	Gutenberg y Richter, 1954	11	-66	8,4 M_s	-	-
3	Fiedler, 1961	10,9	-66,8	7,4 M_s	50	9-10
3	Fiedler, 1968	10,9	-66,8	6,3 mC	-	8+
4	Jakubowicz y Larotta, 1974	11,2	-66	7,2 mC	-	8
-	Kanamori y Abe, 1979	-	-	8,1 M_s	-	-
-	Abe y Noguchi, 1983	-	-	7,7 M_s	-	-
2	Lugo, 1984	11	-66	-	-	8
2	CERESIS, 1985	11	-66	8,4 M_s	25	8
5	Fiedler, 1988	10,9	-66,3	7,1 m_b - 7,6 M_s	50	-
2	Grases, 1990	11	-66	8,4 M_s	25	-
2	Pacheco y Sykes, 1992	11	-66	7,7 M_s (Original) 7,6 M_s (Corregido)	-	-
-	Grases y Rodríguez, 2001	-	-	7,7-7,8 M_s	-	8
6	Palme <i>et al.</i> , 2005	10,8	-66,6	6,98±0,58 M_w	-	-
7	Rodríguez <i>et al.</i> , 2006	10,66	-66,08	-	-	-
8	Palme <i>et al.</i> , 2009	10,52	-66,2	7,76±0,35 M_w	-	-
9	Hernández <i>et al.</i> , 2009a; 2009b	10,85	-66,1	7,7 M_w	-	X
-	Colón <i>et al.</i> , 2015	Al norte de Cabo Codera en el Mar Caribe		7,6 M_w	-	-

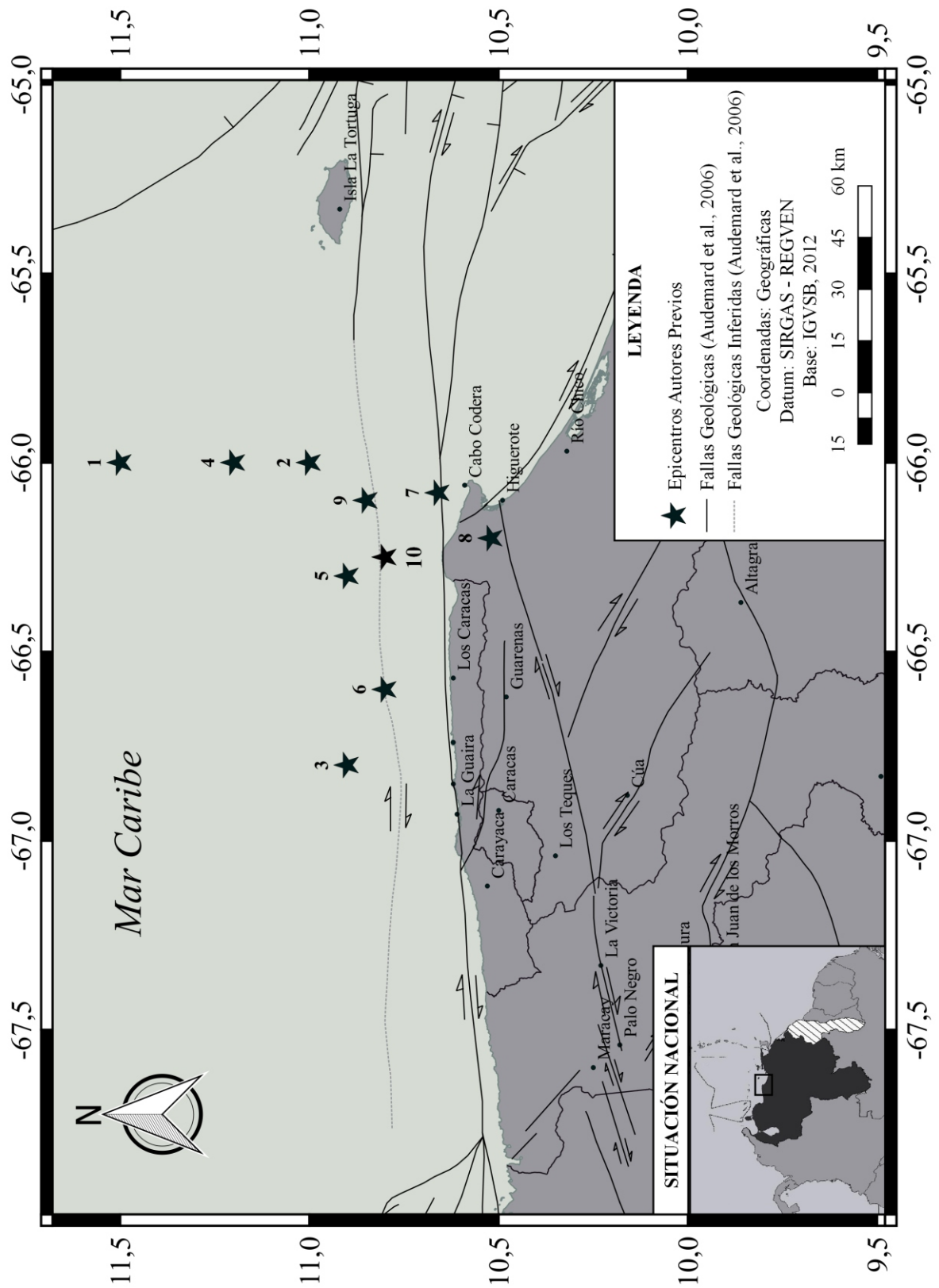


Figura 1. Ubicación geográfica de los epicentros correspondientes al terremoto del 29 de octubre de 1900 propuestos otros autores en el pasado (la referencia de los autores puede observarse en la tabla I).

balin (1968) (de ahora en adelante mencionado como B&S) para calcular una profundidad focal promedio.

Métodos

Magnitud macrosísmica

Un método considerado de gran confiabilidad en la estimación de la magnitud macrosísmica de terremotos históricos se basa en el cálculo de área de isosistas relacionadas con intensidades mayores e iguales a IV (Topozada, 1975; Singh *et al.*, 1980; Rojas *et al.*, 1993; Peraldo y Montero, 1999). Este método propone una relación lineal entre la magnitud de ondas superficiales (M_s) y las áreas de las isosistas (A) medida en km^2 para un sismo y una intensidad en particular. Considerando los resultados obtenidos por Grases y Rodríguez (2001) a partir de 26 sismos ocurridos en el siglo XX, se consideran las siguientes ecuaciones obtenidas para Venezuela:

$$M_s = 1,26 \log (A_{VI}) + 1,56 \quad (1)$$

$$M_s = 0,83 \log (A_{VII}) + 3,83 \quad (2)$$

$$M_s = 0,87 \log (A_{VIII}) + 4,2 \quad (3)$$

En las ecuaciones (1), (2) y (3), A_{VI} , A_{VII} y A_{VIII} se corresponden a las áreas delimitadas por las isosistas de intensidades VI, VII y VIII, respectivamente.

Se puede igualmente estimar la magnitud macrosísmica a través del área de percepción y el radio de percepción del sismo histórico. El área de percepción se calcula a través de la siguiente relación propuesta por Topozada (1975):

$$M_L = -1,88 + 1,53 \log (A_{min}) \quad (4)$$

En donde, M_L es la magnitud local y A_{min} es el área en km^2 que envuelve a todas las localidades con asignación de intensidades. El radio de percepción se obtiene considerando la siguiente relación propuesta por Gutenberg y Richter (1956) en California:

$$M = -3,0 + 3,8 \log (r) \quad (5)$$

En donde M es la magnitud y r es la distancia de la localidad con asignación de intensidad más alejada al epicentro probable. En el caso del presente trabajo se procede de la siguiente forma: se estima la magnitud en las dos localidades con asignación de intensidades más alejadas del epicentro probable de acuerdo a la ecuación (5) y después se calcula una magnitud promedio.

De acuerdo a estudios de correlación entre escalas de magnitud realizado por Shedlock (1999) en la región del Caribe (a lo largo de los límites de placas Caribe/Sur América/Norte América), la magnitud de ondas superficiales (M_s) es, aproximadamente, igual a la magnitud momento sísmico (M_w) para sismos con $M_s > 6,6$ y $M_w = \frac{2}{3} M_s + 2,34$ para $M_s \leq 6,6$. Esta relación fue utilizada para convertir la magnitud de ondas superficiales a magnitud momento sísmico. Para convertir la magnitud local (M_L) a magnitud de ondas superficiales (M_s) se emplea la relación propuesta por Rojas *et al.* (1993) $M_s = -4,71 + 1,91 M_L$ y posteriormente se considera la relación de Shedlock (1999) para convertir M_s a M_w .

Magnitud macrosísmica y bari-centro

B&W (1997) proponen un modelo lineal que describe la atenuación de la intensidad macrosísmica con respecto a la magnitud macrosísmica y una función que depende de la distancia epicentral para una región dada. Palme *et al.* (2005a) evalúan y proponen la siguiente relación de atenuación de la intensidad para la región centro occidental de Venezuela:

$$I = -2,2237 + 1,6684 M_w - 0,041214 \Delta \quad (6)$$

En la ecuación (6), I es la intensidad macrosísmica para una localidad en particular, M_w es la magnitud de momento promedio obtenida empleando información proveniente de las intensidades y Δ se corresponde a la distancia medida en km entre una localidad con asignación de intensidad y un punto geográfico en particular. Se consi-

dera que esta relación es válida hasta distancias máximas de 130 km, pues al sobrepasar este umbral, el modelo de atenuación de la intensidad macrosísmica ya no es lineal (Palme *et al.*, 2005a).

El algoritmo de B&W se aplica de la siguiente forma:

- Se elige un epicentro de partida o *a priori*. En este caso se puede considerar un epicentro propuesto previamente por un autor u otro que se ajuste mejor a la distribución de los puntos de intensidad o la tectónica activa reconocida de la zona.
- Se establece un mallado bidimensional alrededor del epicentro seleccionado con una cobertura de 2° en la dirección N-S y E-O y un espaciamiento de $0,05^\circ$. Una vez establecido esta malla, cada punto del mismo se convierte en un centro de intensidad potencial.
- Se considera el primer punto del mallado y se calcula la distancia, medida en km, desde este punto hasta las localidades con asignación de intensidades. Se descartan aquellas localidades que se encuentran a distancias superiores de 130 km.
- Para las localidades restantes con distancias ≤ 130 km se calcula una magnitud local M_{wii} utilizando la ecuación (6).
- Se calcula un valor medio de M_{wii} (M_{wi}).
- Se calcula la raíz cuadrática media (rms) de las diferencias entre M_{wi} y M_{wii} como: $\text{rms} (M_{wi} - M_{wii}) = \{ \sum_i W_i (M_{wi} - M_{wii})^2 / \sum_i W_i^2 \}^{1/2}$, en donde W_i es una función peso con respecto a la distancia epicentral (Δ) igual a $0,1 + \cos[\pi(\Delta/150)/2]$ para distancias < 150 km y 0,1 para distancias ≥ 150 km.
- Se repite este procedimiento para cada punto de la malla.
- Se selecciona el valor mínimo de rms (rms_{min}) obtenido y se procede a considerar la diferencia rms - rms_{min} en cada punto del mallado (rms_{final}). La ubicación geográfica de rms_{final} igual a cero es considerado el centro de intensidad, el bari-centro que mejor satisface los datos de intensidades. El valor de M_{wii} (M_{wi}) asignado al centro de intensi-

dad se considera la magnitud macrosísmica más factible.

- Empleando métodos de interpolación lineal, se calcula la incertidumbre de la magnitud macrosísmica con probabilidades que varían entre 50% y 95% de acuerdo a los valores tabulados por B&W *Erratum* (1999).

Intensidad epicentral

La intensidad máxima (I_{max}) es el único parámetro conocido que indica en cierta medida la cantidad de energía liberada por un terremoto histórico (Boschi, 1995). En algunos casos, cuando se considera que el epicentro macrosísmico se ubica en tierra, se asume que la localización de dicho epicentro macrosísmico está próximo a la localidad que presenta más daños; en estos casos se considera que la intensidad en el epicentro o intensidad epicentral (I_o) coincide con la intensidad máxima (I_{max}). Si el epicentro macrosísmico es marino, estimar la intensidad epicentral es particularmente difícil debido a la escasa información disponible. Debido a que la estimación de la intensidad epicentral es un requisito indispensable para calcular la profundidad focal en el caso de los terremotos históricos, se emplea la ecuación que relaciona a la magnitud y la intensidad epicentral propuesta por Gutenberg y Richter (1956) para terremotos superficiales:

$$M = 1 + 2I_o/3 \quad (7)$$

En donde M es la magnitud e I_o es la magnitud epicentral.

Profundidad focal

G&R (1942) proponen una serie de ecuaciones empíricas que relacionan diversos parámetros de terremotos como la magnitud, la energía liberada, su intensidad y aceleración. En el caso concreto de la magnitud y su correspondiente energía liberada, se plantea la siguiente ecuación:

$$\log E = 12 + 1,8 M \quad (8)$$

En donde E es la energía liberada por el terremoto (medida en ergios) y M la magnitud del terremoto. Una vez estimado el log E, es posible obtener la profundidad del evento a través de la relación:

$$\log E = 9,5 + 3,2 \log h + 1,1 I_o \quad (9)$$

En donde h es la profundidad focal del terremoto expresada en km. Se considera que los errores derivados de la aplicación de este método son generalmente menores e iguales al 5 %.

El área de percepción de un terremoto se ve afectado por la profundidad del foco. Es generalmente aceptado que la atenuación de la intensidad macrosísmica para un evento dado es una función que depende de la intensidad epicentral (I_o) y la distancia hipocentral (D_i), siendo esta última igual a:

$$D_i = \sqrt{x_i^2 + h^2} \quad (10)$$

En la ecuación (10), x_i es la distancia epicentral dada por el valor del radio de la i -ésima isosista en km y h es la profundidad focal en km. De acuerdo al método propuesto por B&S (1941; 1968), la diferencia entre la intensidad en el epicentro (I_o) y una intensidad local (I_i) viene dada por:

$$\Delta I = s \log_{10} \left(\frac{D_i}{h} \right) \quad (11)$$

con $\Delta I = I_o - I_i$ y s un coeficiente de atenuación geométrica. Sustituyendo la ecuación (10) en (11) y despejando la profundidad focal, se obtiene que h es igual a:

$$h = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{\sqrt{10^{2(I_o - I_i)/s} - 1}} \quad (12)$$

En donde N es el número total de isosistas, x_i corresponde al área de la isosista de intensidad I_i . El coeficiente de atenuación geométrica s debe ser estimado para cada terremoto histórico en particular a través de la fórmula:

$$s_i = \frac{-2}{\log \left(\frac{S_i}{S_{i+1}} \right)} \quad (13)$$

La ecuación (13) expresa cómo la atenuación geométrica s varía a lo largo del campo macrosísmico de acuerdo a un cociente que depende del área de las isosistas S_i y S_{i+1} . Así, por ejemplo: si S_i es considerado el área de la isosista VII, entonces S_{i+1} será la correspondiente área de la isosista VI. Este cociente debe ser siempre menor que 1, por lo que el resultado del cálculo del logaritmo es negativo, dejando un s, positivo. Una vez obtenido este resultado, s será el promedio del coeficiente de atenuación geométrica para cada área de isosistas del campo macrosísmico en estudio:

$$s = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} s_i \quad (14)$$

El error relativo asociado al cálculo de la profundidad focal de acuerdo a Gómez-Capera y Salcedo-Hurtado (2000) es dado por la expresión:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta x_i}{x_i} - \left(\frac{\ln 10}{s} \right) \left(\frac{h^2}{x_i^2 + 1} \right)^{0,5} \Delta I_i \quad (15)$$

En la ecuación (15), es ΔI_i igual a 0,5. Puede apreciarse que el error relativo en el cálculo de la profundidad depende del coeficiente de atenuación geométrica s, del valor de la profundidad obtenida h, del radio de las isosistas x_i y el error asociado al cálculo de dichos radios para las isosistas Δx_i .

Factor de calidad

Para la magnitud macrosísmica

De acuerdo a Peraldo y Montero (1999), existen crite-

rios para evaluar la calidad en la estimación de la magnitud local (M_L) y de ondas superficiales (M_s) basados en la metodología de cálculo y en los materiales utilizados. Este factor de calidad se clasifica de la siguiente forma:

- **Clase A:** La magnitud calculada con base en registros instrumentales (la más confiable).
- **Clase B:** La estimación de la magnitud macrosísmica empleando al menos tres criterios distintos con la finalidad de obtener un valor promedio, siempre y cuando la diferencias dadas por cada método sea $\leq 0,5$.
- **Clase C:** La magnitud macrosísmica promedio calculada a partir de la aplicación de dos métodos.
- **Clase D:** La magnitud macrosísmica estimada por un único método.
- **Clase M:** Cuando se referencia la magnitud macrosísmica propuesta por otro autor.

Para el baricentro

Martínez Solares y Mezcua Rodríguez (2002) consideran un factor de calidad en la estimación de los epicentros macrosísmicos como función de su grado de incertidumbre. Este factor de calidad del epicentro sigue los siguientes criterios:

- **Calidad A:** Propuesto con base en una alta tasa de información que rodea el epicentro y cuyo error de localización no supera los 10 km.
- **Calidad B:** Estimado a través de puntos de intensidad que rodea el epicentro con un error en la localización de 20 km.
- **Calidad C:** Epicentro en tierra firme calculado a partir de un único punto de información o más de un punto de información separados por grandes distancias; el error asociado a estos epicentros se consideran en el rango de 20 a 50 km.
- **Calidad D:** Epicentro marino o localizado en la costa calculado por un único punto de información y cuyo error se considera el más alto, superior a los 50 km.

Resultados

Magnitud macrosísmica

El procedimiento para el cálculo de la magnitud macrosísmica de acuerdo a las ecuaciones (1), (2) y (3) se basa originalmente en el cálculo de áreas de las isosistas (Peraldo y Montero, 1999; Grases y Rodríguez, 2001). Sin embargo, para fines de este estudio, consideramos el cálculo del área envolvente de los puntos con intensidad VI, VII y VIII (Leal Guzmán *et al.*, 2015). Es importante acotar que, debido a las particularidades del terremoto de 1900, con epicentro marino de acuerdo a diversos autores (Gutenberg y Richter, 1954; Fiedler, 1961; 1968; 1988; Jakubowicz y Larotta, 1984; CERESIS, 1985; Palme *et al.*, 2005b, entre otros), el área obtenida a través de los puntos de intensidades se ve limitado a las poblaciones ubicadas en el continente y esto subestima el área de afectación del sismo (que no puede ser estimado en el Mar Caribe por ausencia de datos). Para tratar de solventar este problema, se extrapoló el área de intensidad costa afuera, considerando una región en mar que fuera la imagen especular de lo obtenido en tierra (ver figura 2). El cálculo del área envolvente de los puntos de intensidades se realizó a través del método de Jarvis March en *Geographic Information System* (QGIS, por sus siglas en inglés). Los resultados relacionados con las áreas obtenidas y sus magnitudes respectivas se muestran en la tabla II.

Con relación al cálculo de la magnitud macrosísmica a través del área de percepción, se considera el área envolvente de los puntos de intensidad obtenidos para este terremoto empleando nuevamente el método de Jarvis March en QGIS (ver figura 3) y posteriormente aplicando la ecuación (4) con la finalidad de obtener la magnitud macrosísmica. El radio de percepción se obtuvo calculando las distancias de los dos puntos de intensi-

dad más alejados al centro de intensidad obtenido por el método de B&W (747,755 km a San Cristóbal y 606,703 km a Maracaibo) empleando QGIS y posteriormente calculando la magnitud macrosísmica en cada localidad a través de la ecuación (5). Finalmente se obtuvo una magnitud macrosísmica promedio. Los resultados de las áreas, radios y magnitudes macrosísmicas obtenidas se presentan en la tabla III.

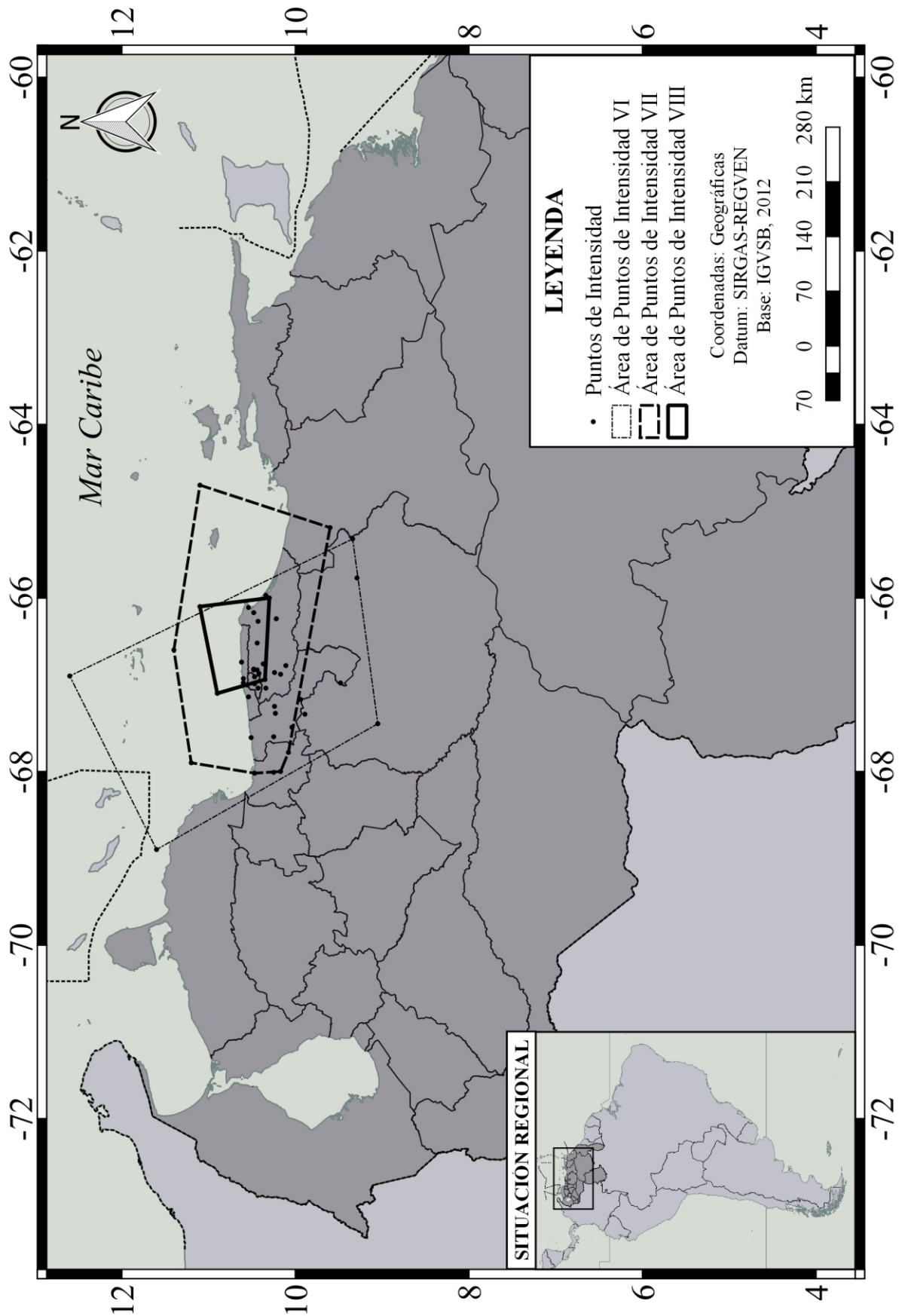
Valor medio de la magnitud macrosísmica y baricentro

Al aplicar el algoritmo de B&W para estimar la magnitud macrosísmica y el baricentro, los valores de intensidades son tomados como números enteros (p.ej.: II es considerado 2), aunque un 7,8% de la muestra poseen intensidades con un grado de incertidumbre (p.ej.: VII-VIII), estos valores no fueron descartados de la base de datos y en su lugar fueron asignados como el promedio entre el valor mínimo y máximo (p.ej.: 7,5) de acuerdo a Gasperini (2001).

Como epicentro de partida se considera el propuesto por Fiedler (1988) al ser instrumental y de mayor confiabilidad, localizado en las coordenadas 10,9° latitud N y 66,3° longitud O. Con base en la ubicación de dicho epicentro se genera un mallado bidimensional que abarca la ventana espacial (9,9-11,9° latitud N y (67,3-65,3° longitud O y tiene un espaciamiento de 0,05°. Una vez establecida la malla, se aplica el algoritmo de B&W tal cual fue descrito anteriormente. Para calcular las distancias entre el mallado y las localidades con asignación de intensidades, se aplica la siguiente fórmula de geometría esférica

Tabla II. Estimación de la magnitud M_w del terremoto de 1900 a partir de datos macrosísmicos empleando el método de área de isosistas.

Intensidad MM	Área (km ²)	M_s	M_w
VI	70.356,242	7,7	7,7
VII	46.346,774	7,7	7,7
VIII	8.962,496	7,7	7,7



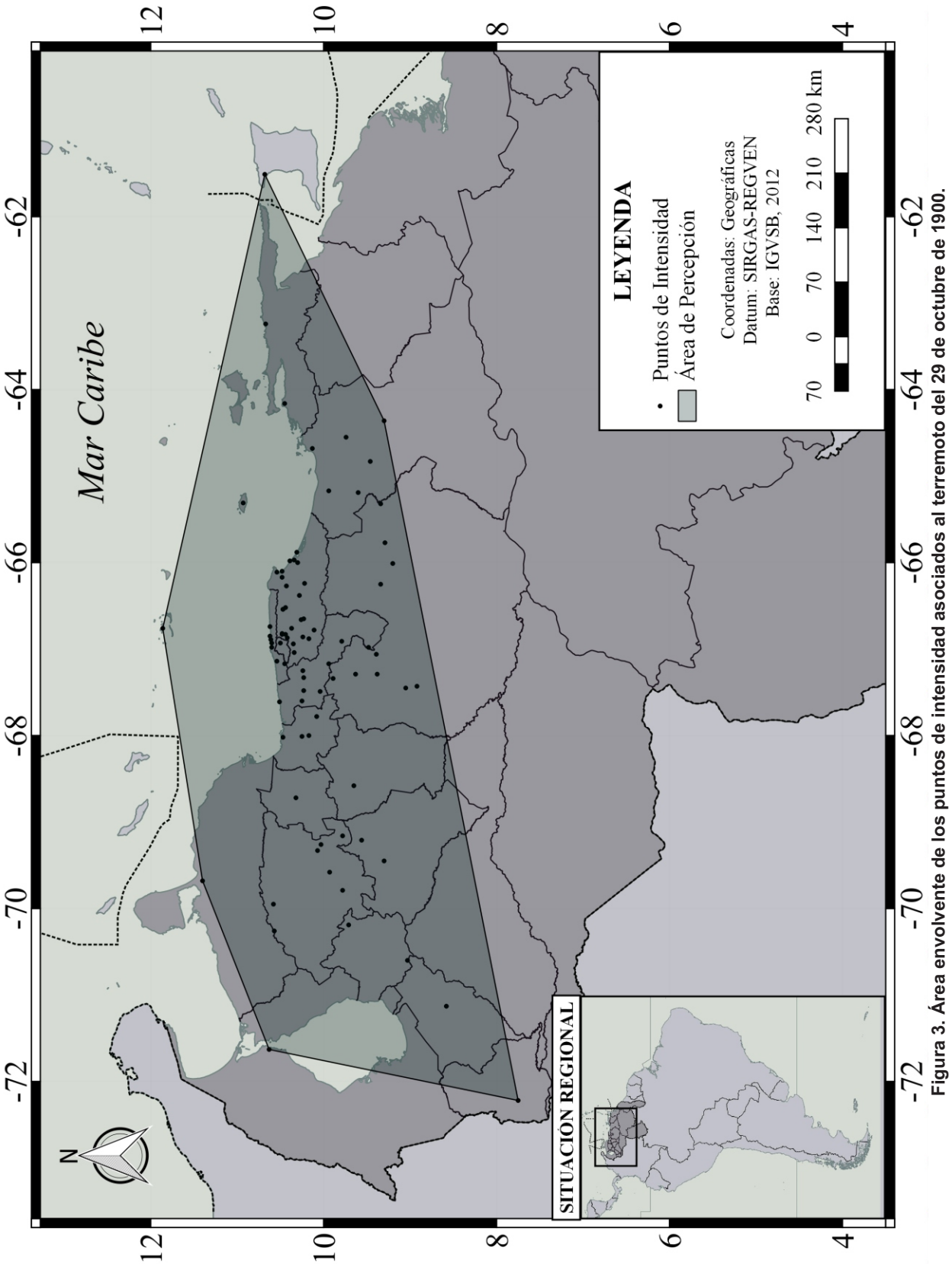


Figura 3. Área envolvente de los puntos de intensidad asociados al terremoto del 29 de octubre de 1900.

rica, la cual considera una corrección por la curvatura de la Tierra (Mapanet Geo Postal Codes Database, 2006):

$$D = 6.378,137 \text{Acos}[\text{Cos}(\pi \text{Lat} / 180) * \text{Cos}(\pi \text{Lat} 2 / 180) * \text{Cos}[(\pi \text{Lon} 2 / 180) - (\pi \text{Lon} 1 / 180)] + \text{Sin}(\pi \text{Lat} / 180) * \text{Sin}(\pi \text{Lat} 2 / 180)] \quad (16)$$

Tabla III. Estimación de la magnitud M_w del terremoto de 1900 a partir de datos macrosísmicos empleando los métodos de área de percepción y radio de percepción.

Área de Percepción				Radio de Percepción		
Área (km ²)	M_L	M_S	M_W	Localidad	M	$M_{promedio}$
274.870,065	6,4	7,6	7,6	San Cristóbal	7,9	7,7
				Mérida	7,5	

En donde: D es la distancia entre dos puntos geográficos dada en km, 6.378,137 representan el diámetro de la Tierra en km, $Lat1$, $Lon1$, $Lat2$ y $Lon2$ se corresponden a la latitud y longitud del punto del mallado y la localidad, respectivamente, medidos en grados decimales.

Al estimar las diferencias entre rms y rms_{min} (rms_{final}) se seleccionaron y compararon las soluciones con $rms_{final} < 0,001$ obtenidas por el algoritmo B&W (rms_{final} igual a 0, 0,0084, 0,0085 y 0,0089) de acuerdo a los siguientes criterios: número de puntos de intensidad (o localidades) con el cual se realizaron los cálculos en cada caso (iguales a 32, 35, 34 y 32, respectivamente), tectónica activa en la región de estudio, cercanía a la falla de San Sebastián, similitud con la magnitud instrumental propuesta por Fiedler (1988), distribución espacial de las máximas intensidades y ubicación de las áreas costeras afectadas por el tsunami. De estas soluciones se escogió la segunda (rms_{final} igual a 0,0084), calculado a partir de 35 puntos de intensidad (el valor máximo obtenido dentro de la muestra) en un radio de 130 km como centro de intensidad para el terremoto de 1900, con localización en el Mar Caribe en coordenadas 10,8° latitud N y 66,25° longitud O y una magnitud macrosísmica igual a $7,54 \pm 0,31 M_w$ con un 95% de probabilidad.

La figura 4 muestra la distribución espacial de las líneas de contorno asociadas a los 50%, 67%, 80%, 90% y 95% de confianza para la ubicación del baricentro, cuyos valores tabulados son dados por B&W Erratum (1999) y las líneas de contorno relacionadas con la distribución espacial de la magnitud macrosísmica obtenida del mallado bidimensional, respectivamente. Se emplearon dos software para realizar el cálculo de la interpolación de las líneas de contorno y la generación de la cartografía: (1) *Surfer 10* y (2) QGIS.

Como la magnitud macrosísmica obtenida por cuatro diferentes métodos (todas expresadas como magnitud momento sísmico) son valores cercanos cuyas diferencias son menores que 0,5, tal cual lo estipula Peraldo y Montero (1999), se considera una magnitud macrosísmica promedio para el terremoto de 1900 igual a $7,67 M_w$.

Intensidad epicentral y valor medio de la profundidad focal

Para una magnitud promedio obtenida para el terremoto de 1900 igual a $7,67 M_w$, se

obtiene una intensidad epicentral (I_o) igual a X al aplicar la ecuación (7), siendo la intensidad máxima obtenida igual a IX MM correspondiente a las localidades de Guarenas, Guatire, Macuto y Petquire. Con este resultado, se procede a calcular directamente la profundidad focal empleando el método de G&R (1942) a través de las ecuaciones (8) y (9). El resultado muestra una profundidad igual a $45,5 \pm 2,3$ km, si consideramos un error máximo del 5 % al aplicar este método.

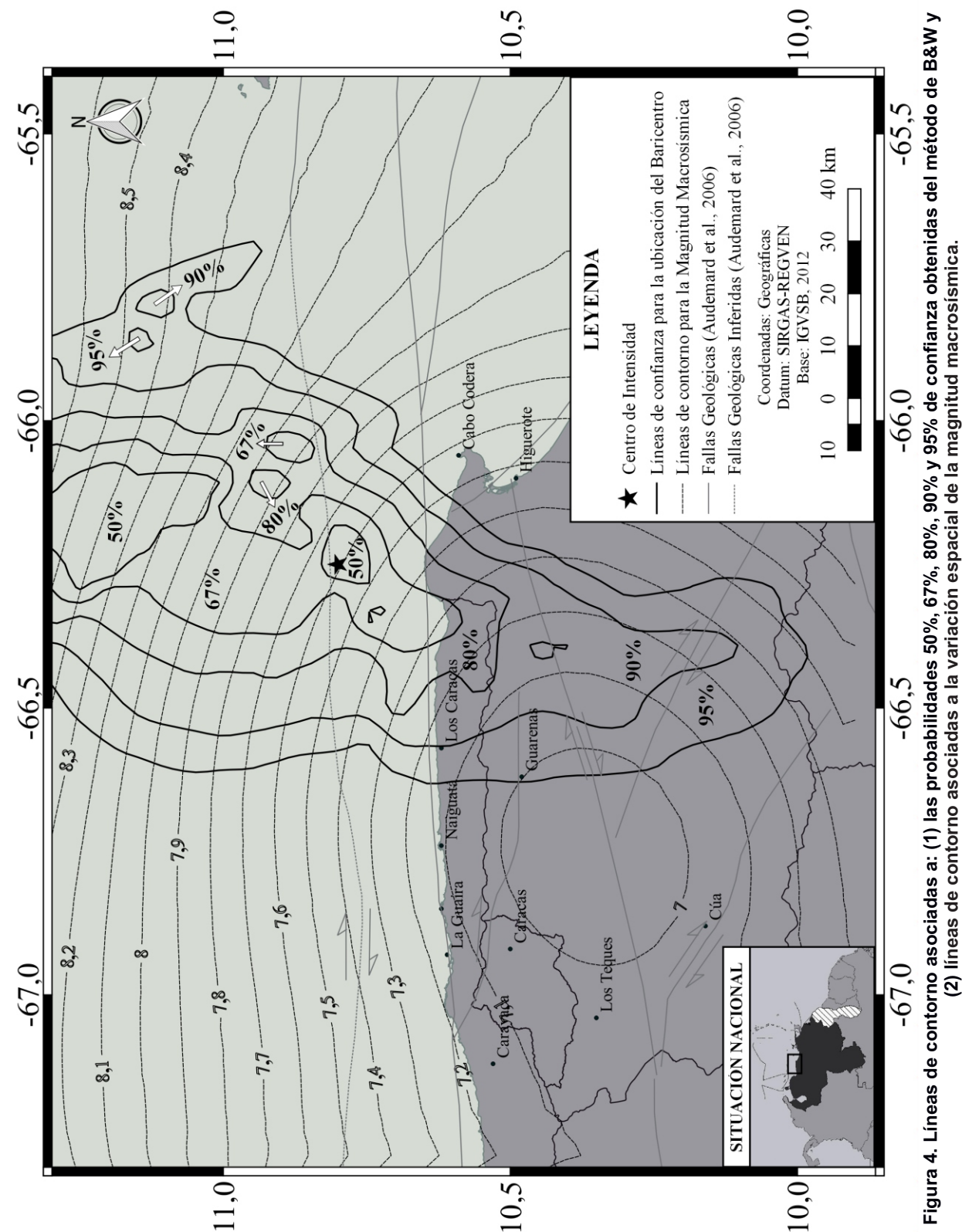
El método de B&S (1941; 1968) está basado originalmente en áreas de isosistas para un campo macrosísmico en particular, sin embargo, debido al mismo razonamiento planteado anteriormente se considera el área envolvente de los puntos de intensidad de valor entero. Debido a que el centro de intensidad es marino, consideramos la ubicación geográfica de los puntos de intensidad en tierra para las intensidades del IV al IX y luego extendimos el área hacia el mar considerando su imagen especular; posteriormente calculamos el área que envuelve estos puntos usando el programa QGIS. Para la estimación de los radios, calculamos la distancia desde el centro de intensidad obtenido por el método de B&W hasta cada punto de intensidad asociado a una intensidad en particular (p.ej.: IX). Una vez estimados los radios para una intensidad en particular, computamos un valor promedio. Los resultados de áreas y radios para cada valor de intensidad se muestran en la tabla IV.

Con los valores de las áreas, se calcula el coeficiente de atenuación geométrica s a través de las ecuaciones (13) y (14), obteniendo 6,6. Cuando aplicamos la ecuación (12) obtenemos los resultados de la profundidad focal h_i asociado a cada intensidad en estudio (ver tabla V) y finalmente estimamos un valor promedio (h) igual a $43,4 \pm 3,3$ km, siendo el error absoluto calculado a través de la aplicación de la ecuación (15). Finalmente, consideramos un valor medio de la profundidad focal y su incertidumbre, aplicando los métodos de G&R y B&S, igual a $44,5 \pm 2,8$ km.

Asignación de factores de calidad

De acuerdo a los expuesto por Peraldo y Montero (1999), a través de la aplicación de cuatro métodos distintos [área de puntos de intensidad, área de percepción, radio de percepción y B&W (1997)] se pudo obtener resultados de magnitud consistentes con una diferencia inferior a 0,5 en cada caso. De acuerdo a esto, podemos considerar un valor promedio de la magnitud igual a $7,67 M_w$ con un factor de calidad en la estimación de la magnitud igual a Clase B.

Desde el punto de la localización del centro de intensidad, cuya ubicación se encuentra en el Mar Caribe, y a una pobre cobertura azimutal con escasa información de puntos de intensidad costa afuera (con la úni-



ca excepción de las islas Los Roques y La Tortuga), se considera que el resultado tiene un factor de Calidad D por su incertidumbre. Dado este factor de calidad, asignamos un error de 50 km en la estimación del baricentro, por lo que las coordenadas del centro de in-

tensidad queda de la siguiente forma: $(10,80 \pm 0,45)^\circ$ latitud N y $(66,25 \pm 0,45)^\circ$ longitud O.

Discusión y conclusiones

Debido a que la estimación de la magnitud macrosísmica, el baricentro y la profundidad focal obte-

nido en este trabajo se basó en la asignación de intensidades en 84 localidades ubicadas en gran parte del territorio nacional y Trinidad, este set de datos, el más extenso recopilado para este terremoto histórico, es un aporte importante en la estimación de los parámetros de la

Tabla IV. Resultados obtenidos de radios y áreas para los puntos de intensidad asociados a un valor de intensidad en particular.

Intensidad MM	Radio (x_i) en km	Área (S_i) en km ²
IV	370,56	408.950,39
V	212,08	105.692,01
VI	135,54	70.356,24
VII	116,23	46.346,77
VIII	59,45	10.368,02
IX	69,54	3.557,73

Tabla V. Profundidad focal obtenida por intensidad.

Intensidad MM	Profundidad Focal h_i (km)
IV	46,3
V	37,8
VI	34,8
VII	43,7
VIII	34,2
IX	69,2

fuelle de terremotos históricos con un alto grado de confiabilidad. La magnitud macrosísmica promedio obtenida igual a $7,67 M_w$ es consistente con lo que proponen otros autores en estudios más recientes (Pacheco y Sykes, 1992; Grases y Rodríguez, 2001; Palme *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2009a; 2009b; Colón *et al.*, 2015), la magnitud instrumental calculada por Fiedler (1988), los informes de daños severos que produjo este evento en la zona epicentral y la generación del tsunami. De acuerdo a las ecuaciones propuestas por Wells y Coppersmith (1994) la longitud y el ancho de la ruptura de la falla geológica que generó este evento en superficie son aproximadamente iguales a 130 y 36 km, respectivamente. El valor medio de la profundidad focal igual a $44,5 \pm 2,8$ km que se obtiene de la aplicación de los métodos de G&R (1942) y B&S (1941; 1968) con resultados $45,5 \pm 2,3$ km y $43,4 \pm 3,3$ km, respectivamente, puede considerarse cortical con un valor cercano a lo obtenido por Fiedler (1961).

Aunque en el cálculo de la magnitud macrosísmica se emplearon ecuaciones que no han sido calibradas para Venezuela, las mínimas diferencias obtenidas en la aplicación de cada método (menores a 0,2 en comparación con B&W) parece indicar que dichas ecuaciones conservan cierta validez en nuestro país. El factor de calidad de esta magnitud macrosísmica promedio (Clase B) sigue inmediatamente a la estimación de la magnitud a través de registros instrumentales (Clase A), la cual es considerada la más robusta. Por supuesto, no esperamos obtener estos resultados tan consistentes en otros terremotos históricos que serán estudiados en el futuro, a menos que se cuente con una amplia base de datos de intensidades y una calidad de información entre A y B, tal como fue el caso para el sismo ocurrido en 1900 (Leal Guzmán *et al.*, 2015).

Tradicionalmente, el algoritmo de B&W (1997) propone como centro de intensidad la solución con rms_{final} igual a cero (considerada como el baricentro del terremoto), en este caso elegimos la segunda mejor solución dada por el método (con rms_{final} igual a 0,0084) debido a los criterios enumerados anteriormente. La

ubicación geográfica del centro de intensidad en coordenadas $(10,80 \pm 0,45)^\circ$ latitud N y $(66,25 \pm 0,45)^\circ$ longitud O es cónsona con la ubicación de las máximas intensidades y las áreas afectadas por el tsunami en el litoral costero de la región centro-norte, aunque el factor de calidad asignado al baricentro (Calidad D) refleja una gran incertidumbre con errores considerados por Martínez Solares y Mezcua Rodríguez (2002) superiores a los 50 km. De acuerdo a los resultados presentados por Lugo (1984), Audemard (2002) y Colón *et al.* (2015), se atribuye a la falla de San Sebastián como la fuente sismogénica del terremoto de 1900, particularmente al segmento de falla delimitado por las rupturas de dos eventos históricos con magnitud macrosísmica superior a siete: (1) 1812 (ubicado en la parte oeste de la falla de San Sebastián) y (2) 1853 (ubicado en la parte oeste de la falla de El Pilar), cerca de Cabo Codera (Audemard, 2002; Colón *et al.*, 2015). Cabe destacar que el baricentro obtenido en este estudio se ubica en la región sugerida por estos autores, al norte del segmento este de la falla de San Sebastián; esta localización podría tener sentido si consideramos que esta falla geológica buza hacia el norte en el Mar Caribe (Colón *et al.*, 2015).

A pesar de que el método de B&W (1997) es catalogado como suficientemente robusto ante escasa información macrosísmica, una pobre distribución azimutal de las intensidades y ubicación potencial del epicentro (Ten Brink *et al.*, 2011), consideramos que el algoritmo tiene limitaciones cuando el centro de intensidades se encuentra localizado en el mar. En nuestro caso en particular, tuvimos dificultades para realizar los cálculos necesarios en el mallado bidimensional debido a la limitación de considerar sólo las localidades más cercanas (menores e iguales a 130 km) de los puntos de la grilla. Es gracias a este limitación que no fue posible considerar los puntos de la malla ubicados al norte de los $11,2$ grados de latitud N pues había escasos y/o ninguno puntos de intensidad disponibles para realizar los cálculos correspondientes. A futuro, sería recomendable tratar de incorporar información proveniente de las islas del Caribe que pueda estar disponible, con la intención de mejorar la cobertura azimutal de las intensidades macro-

sísmicas relacionadas con este terremoto.

Agradecimientos

Deseamos agradecer a nuestros colegas: Dra. Christl Palme, por sus comentarios sobre la estimación de intensidades del terremoto del 29 de octubre de 1900 y sus sugerencias en la aplicación del método de B&W; al profesor Giovanni Peraldo por su minuciosa revisión del texto y sus ajustados comentarios; al Dr. Antonio Augusto Gómez Capera por sus constantes aclaratorias sobre el cálculo de la profundidad focal con base en datos macrosísmicos; a la Ing. Sirel Colón por aportar información y comentarios sobre la tectónica activa de la región en estudio; al Ing. Edwin Vargas y Lic. Freddy Parada por asesorar en el uso de los software *Surfer 10* y QGIS.

Referencias

- Abe, K., Noguchi, S. (1983). Revision of magnitudes of large shallow earthquakes 1878-1912, *Phys. Earth Planet. Interiors*, 33: 1-11.
- Audemard, F. (2002). Ruptura de los grandes sismos venezolanos del siglo XIX y XX revelados por la sismicidad instrumental contemporánea, ponencia presentada en el XI Congreso Venezolano de Geofísica [CD-ROM], Caracas, Venezuela.
- Audemard, F., Singer, A., Soulas, J. (2006). Quaternary faults and stress regime of Venezuela, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 61 (4): 480-491.
- Bakun, W. H., Wentworth, C. M. (1997). Estimating earthquake locations and magnitude from seismic intensity data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 87: 1502-1521.
- Bakun, W. H., Wentworth, C. M. (1999). Erratum to Estimating earthquake locations and magnitude from seismic intensity data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89: 557.
- Blake, A. (1941). On the estimation of focal depth from macroseismic data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 31 (3): 225-231.
- Boschi, E. (1995). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*, Roma: Istituto Nazionale di Geofisica.
- Centeno, Graü, M. (1969). *Estudios Sismológicos [2da ed.]*, Caracas: Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.
- CERESIS (1985). *Catálogo de terremotos para América del Sur. Datos de hypocentros e intensidades. Venezuela. Vol. 8*, Lima: Centro Regional de Sismología para América del Sur.
- Colón, S., Audemard, F., Beck, C., Avila, J., Padrón, C., Marc De Batist, Paolini, M., Leal Guzmán, A., Van Welden, A. (2015). The 1900 M_w 7.6 Earthquake Offshore North-central Venezuela: Is La Tortuga or San Sebastian the Source Fault?, *Marine and Petroleum Geology*, 67: 498-511.
- Fiedler, G. (1961). Áreas afectadas por terremotos en Venezuela, ponencia presentada en el III Congreso Geológico Venezolano Vol. 4: 1791-1810, Caracas, Venezuela.
- Fiedler, G. (1968). Estudio Sismológico de la Región de Caracas con Relación al terremoto del 29 de Julio de 1967, *Bol. Inst. Material. Model. Estructural*, 23-24: 127-222.
- Fiedler, G. (1988). Preliminary evaluation of the large Caracas earthquake of October 29, 1900, En: Lee, W., Meyers, H y Shimazaki, K. (Eds.) Historical seismograms and earthquakes of the world, *Academic Press*: 201-207.
- Gasparini, P. (2001). The attenuation of seismic intensity in Italy: A bilinear shape indicates dominance of deep phases at epicentral distances longer than 45 km, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 91: 826-841.
- Gómez-Capera, A., Salcedo-Hurtado, E. (2000). Determinación de la profundidad focal de algunos sismos ocurridos en Colombia, a partir de datos macrosísmicos, *Revista Red Sismológica Regional del Eje Cafetero*, 5: 12-16.
- Grases, J. (1990). *Terremotos destructores del Caribe. 1502-1990*, Montevideo: Unesco-Relacis.
- Grases, J., Rodríguez, J. A. (2001). Estimaciones de magnitud de sismos venezolanos a partir de mapas de isosistas, ponencia presentada en el II Congreso Venezolano de Ingeniería Sísmica [CD-ROM], Mérida, Venezuela.
- Gutenberg, B., Richter, C. (1942). Earthquake Magnitude, Intensity, Energy, and Acceleration, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 32: 163-191.
- Gutenberg, B., Richter, C. (1954). *Seismicity of the Earth and associated phenomena*, Princeton: Princeton University Press.
- Gutenberg, B., Richter, C. (1956). Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration (second paper), *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 46: 105-145.
- Hernández, J. J., Domínguez, J., Hernández, A. (2009a). Estudio paramétrico de respuestas 1D de sitio. Sub-capítulo 4.1, Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738).- FUNVISIS FUN-035a: 388-411.
- Hernández J. J., Schmitz, M., Domínguez, J., González, M. (2009b). Espectros 1D por clases de sitio. Sub-capítulo 4.2, Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de microzonificación sísmica en las ciudades Caracas y Barquisimeto (FONACIT 200400738).- FUNVISIS FUN-035a: 412-502.
- Jakubowicz, E., Larotta, J. (1974). Terremoto del 29 de octubre de 1900, *Bol. Téc. del IMME*, 11: 23-47.
- Kanamori, H., Abe, K. (1979). Re-evaluation of the turn-of-the-century seismicity peak, *J. Geophys. Res.*, 84: 6131-6139.
- Leal Guzmán, A., Vásquez, R., Rodríguez, J. A. (2015). Estimación de intensidades del terremoto del 29 de octubre de 1900, Informe Técnico de

- FUNVISIS.
- Lugo, M. (1984). Metodología para la reevaluación macrosísmica de sismos históricos: el caso del terremoto de Caracas del 29 de octubre de 1900, ponencia presentada en el IV Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica Vol. I: 187-192, Barquisimeto, Venezuela.
- Mapanet Geo Postal Codes Database (2006). Disponible: <http://www.mapanet.eu/Resources/Script-Distance.htm>
- Martínez Solares, J. M., Mezcuza Rodríguez, J. (2002). *Catálogo Sísmico de la Península Ibérica (880 a. C. – 1900)*, Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento.
- Pacheco, J., Y Sykes, L. R. (1992). Seismic moment catalog of large shallow earthquakes, 1900 to 1989, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 82 (3): 1306-1349.
- Palme, C., Morandi, M., Choy, J. (2005a). Determinación de una relación lineal entre intensidad, magnitud y distancia epicentral para el occidente de Venezuela, *Revista Interciencia*, 30(4): 195-204.
- Palme, C., Morandi, M., Choy, J. (2005b). Reevaluación de las intensidades de los grandes sismos históricos de la región de la cordillera de Mérida utilizando el método de Bakun & Wentworth, *Revista Geográfica Venezolana*, Número especial 2005: 233-253.
- Palme, C., Choy, J., Guada, C. (2009). Wilhelm Sievers y el terremoto del 29-oct-1900, reflexiones preliminares, ponencia presentada en el V Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica, Mérida, Venezuela.
- Peraldo, G., Montero, W. (1999). *Sismología Histórica de América Central*, México: Univ. de Costa Rica, IPGH.
- Rodríguez, L. M., Audemard, F., Rodríguez J. A. (2006). Casos históricos de licuación de sedimentos inducidos por sismos en Venezuela desde 1530, *Rev. de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.*, 21(3): 5-33.
- Rojas, W. (1993). Catálogo de sismicidad histórica y reciente de América Central, desarrollo y análisis, Tesis de Grado, Univ. De Costa Rica, San José.
- Rojas, W., Bungum, H., Lindholm, C. (1993). Historical earthquakes in Central America, *Rev. Geol. Amér. Central*, 16: 5-22.
- Shebalin, N. (1968). Método de utilización de datos ingeniero-geológicos en la zonificación sísmica, en: Zonificación sísmica de la U.R.S.S. Nauka: 95-111.
- Shedlock, K. M. (1999). Seismic hazard map of North and Central America and the Caribbean, *Annali di Geofisica*, 42: 977-997.
- Sievers, W. (1905). Das Erdbeben in Venezuela vom 29. Oktober 1900, *Festschrift, Geogr. Vereinigung*, Bonn, Germany: 35-50.
- Singh, S. K., Reichle, M., Havskov, J. (1980). Magnitude and epicenters estimations of Mexican earthquakes from isoseismic maps, *Geofisica Internacional*, 19 (4): 269-284.
- Ten Brink, U.S., Bakun, W.H, Flores, C.H. (2011). Historical perspective on seismic hazard to Hispaniola and the northeast Caribbean region, *J. Geophys. Res.*, 116, DOI:10.1029/2011JB008497.
- Toppozada, T. (1975). Earthquakes magnitude as a function of intensity data in California and Western Nevada, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 65: 1223-1238.
- Wells, D. L., Coppersmith, K. J. (1994). New empirical relationships among magnitudes, rupture length, rupture width, rupture area and surface displacement, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 84: 974-1002.



MAGISTER SCIENTIARUM EN RECURSOS NATURALES

Edificio Escuela de Ciencias de la Tierra. Piso 2, Coordinación de postgrado. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.
Teléfono: (0285) 5114289



Madre Tierra

Fuente: <http://gomezramos.blogspot.com/2009/11/pachamamamadre-tierra.html>

Levantamiento geológico de superficie de la zona comprendida entre el sector La González y San Juan de Lagunillas, municipio Sucre, estado Mérida

Geological survey of the zone comprised between La Gonzalez and San Juan de Lagunillas sector, located in Sucre's town, at Merida state

Levantamento geológico da área entre o setor de La González e San Juan de Lagunillas, município de Sucre, estado de Mérida

Diana Chourio¹ Andrea Vielma² Patxi Viscarret³

Recibido: 23-4-18; Aprobado: 12-11-18

Resumen	Abstract	Resumo
El levantamiento geológico de superficie consistió principalmente en generar un mapa geológico a escala 1:25.000, a partir de la delimitación de las principales unidades litoestratigráficas y rasgos estructurales presentes entre los sectores de La González y San Juan de Lagunillas, pertenecientes al municipio Sucre, estado Mérida, en base a datos recolectados en el área de estudio e implementando la metodología de planificación y evaluación en las etapas de PreCampo, Campo y PostCampo. La recolección de información establecida por distintos autores fue de vital importancia para conocer el marco geológico del área y para ubicarse geológicamente durante el trabajo de campo. Con los datos recolectados en la etapa de campo se realizaron diversos ensayos de laboratorio y procedimientos, pudiéndose identificar rocas del Paleozoico (Asociación Tostós y Sabaneta) y Mesozoico (Formación La Quinta), dominando en el área las areniscas, conglomerados polimícticos, además de determinar los movimientos relativos de diferentes fallas, reconociéndose así, en su mayoría fallas normales.	The geological survey consisted mainly in generate a geological map at scale 1:25000 through the delimitation of the main stratigraphic units and structural features that are present between La González and San Juan de Lagunillas sectors, located in Sucre's town, at Mérida's state, based on the collected data in the area and the implementation of a methodology of planitfation and evaluation on the prefield, field and postfield's stage. The collecting information established by different authors was really important to explore the geological framework of the area and to ubicate the points of geological interest during the field work. With the collected data during the field work various tests and procedures were performed allowing the identification of Paleozoic rocks (Tostós and Sabaneta Association) and Mesozoic rocks (La Quinta Formation) with domain of sandstone and polymictic conglomerate in the area, and the determination of relative movements of different faults, recognizing mainly normal faults.	O levantamento geológico de superfície consistia principalmente de gerar um mapa geológico em escala 1:25.000, a partir da delimitação das unidades principais traços lithostratigraphic e estruturais presentes entre os setores de La González e San Juan, Lagunillas, pertencente ao município de Sucre, Merida, foi com base nos dados coletados na área de estudo e aplicação da metodologia de planejamento e avaliação nas fases de campo, Post-Campo e PreCampo. A coleta de informação estabelecida por diferentes autores foi de vital importância para conhecer a estrutura geológica da área e localizar geologicamente durante o trabalho de campo. Com os dados coletados no campo foram realizados vários testes e procedimentos laboratoriais, sendo possível identificar rochas do Paleozóico (Associação Tostós e Sabaneta) e Mesozóica (Formação La Quinta), dominando na área os arenitos, os conglomerados polimícticos, além de determinar os movimentos relativos de diferentes falhas, reconhecendo, assim, em sua maioria, falhas normais.

Palabras clave/Keywords/Palavras-chave:

Ambiente sedimentar, ambiente sedimentario, componentes estruturais, componentes estruturales, falhas, fallas, faults, sedimentary environments, structural components.

¹ Ing°Geó°. Profesora instructora Universidad de Los Andes (ULA). Correo-e: ing.dianachourio@gmail.com

² Ing°Geó°. Libre ejercicio. Correo-e: flosferry135@gmail.com

³ Ing°Geó°, Dr. ULA. Correo-e: patxi@ula.ve

Introducción

La geología de campo constituye una herramienta fundamental en la preparación de un ingeniero geólogo, debido a que permite integrar y aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, es por ello que durante el trabajo de campo se realizaron estudios estratigráficos de los afloramientos mediante el levantamiento de columnas estratigráficas, así como análisis de facies y de estructuras sedimentarias, con la finalidad de determinar los ambientes deposicionales de las formaciones geológicas presentes en el área.

Los sedimentos aluviales más antiguos de la cuenca Lagunillas, son considerados en forma relativa como pertenecientes a la transición Plioceno-Cuaternario, llegando a la conclusión de que su origen es principalmente tectónico; a su vez se estableció la presencia de fallas normales paralelas al valle del río Chama, que definen una depresión estructural postpliocena, según Tricart y Michel (1965).

La zona en estudio forma parte de una cuenca, conocida como Cuenca de tracción La González, la cual se encuentra ubicada en el tramo sur-oeste de la falla de Boconó, entre los caseríos de La González y Estanques (Schubert, 1980).

Los volúmenes sedimentarios Cuaternarios que rellenan el fondo de la cuenca La González, provienen esencialmente de los aportes de los cursos de agua transversales del margen derecho del río Chama (Schubert y Vivas, 1993).

El Cuaternario en la zona de estudio está representado por una secuencia estratigráfica bastante compleja, relacionado con el sistema de la falla de Boconó (Salas, 2007).

Durante la etapa de campo se recolectaron una serie de muestras a las que posteriormente se les realizaron análisis petrológicos y petrográficos.

Por otra parte, se reconocieron y estudiaron rasgos estructurales, tales como fallas, mediante la interpretación de fotografías aéreas y cortes geológicos, así como la observación directa en campo, con el propósito de comprender mejor la evolución geológica de la zona.

Uno de los principales objetivos de este estudio es obtener un mapa geológico de superficie a escala 1:25.000 del área comprendida entre el sector La González y San Juan de Lagunillas, en el municipio Sucre, estado Mérida, a través de la adquisición de datos en campo, para la actualización de la cartografía nacional.

Metodología

La zona de estudio se encuentra ubicada en el municipio Sucre, estado Mérida, comprendida entre los sectores de La González y San Juan de Lagunillas, cuyas coordenadas se muestran en la tabla N°1.

El desarrollo del trabajo se basó en cuatro etapas fundamentales: la primera etapa consistió en la recopilación bibliográfica de trabajos previos del área de estudio, así como la revisión cartográfica, topográfica y geológica, y el correspondiente análisis fotogeológico de la zona, tales como: Mapa geológico del sector Tabay - Estanques del estado Mérida, hoja 3, a escala 1:25.000, cartas topográficas a escala 1:25.000 (carta 5941-IV-SE), realizadas por la Dirección de Cartografía Nacional, entre 1974 y 1975; fotografías aéreas misión 010434 (018, 019, 020). Con toda la información obtenida se elaboró un mapa base.

La segunda etapa consistió en el levantamiento de campo donde se identificaron las unidades y estructuras geológicas, así como también la recolección de muestras. Para la descripción de los afloramientos, se consideró la ubicación geográfica en coordenadas UTM, el grado de meteorización presente en los afloramientos, descripción de la mineralogía y litología de la roca, tamaño de grano, texturas,

En la tercera etapa se elaboraron las secciones finas del conjunto de rocas y se procedió a su análisis petrográfico, así como también un análisis estratigráfico y estructural. La cuarta y última etapa consistió en el análisis y discusión de los resultados obtenidos durante la investigación, y luego se realizó un mapa a escala 1:25.000, que permite la distribución de las unidades litológicas detalladamente.

Resultados

Las unidades litológicas determinadas corresponden a la Asociación Sierra Nevada, Asociación Tostós, Formación La Quinta y depósitos Cuaternarios.

Asociación Sierra Nevada

El afloramiento se ubica entre las coordenadas 245.877 m E - 941.020 m N, a su vez presenta una altura de 10 m, aproximadamente, está formado por esquistos micáceos con vetas de cuarzo, su color natural es marrón ligero (*light brown*) y el color de meteorización es gris ligero (*light gray*), según la tabla de colores de Munsell. Se midió el rumbo y buzamiento de la foliación, el cual corresponde a (N51°O-63°SO). Petrográficamente se definió como un cuarzo-esquisto-biotítico de grano fino, las características indican que se formó en una zona de metamorfismo regional de grado medio, perteneciente a la facies de epidoto-anfibolita en la zona del granate, con temperatura entre 500-600 °C y presiones entre los 5-8 Kb, cuyo protolito es pelítico (Castro Dorado, 1986, modificado de Sibson).

Asociación Tostós

El afloramiento se localiza entre las coordenadas 245.093 m E -

Tabla N° 1. Coordenadas que delimitan la zona de estudio.

A 242.000 E	B 246.000 E
945.000 N	945.000 N
C 242.000 E	D 246.000 E
941.000 N	941.000 N

941.906 m N, tiene una altura aproximada de 3,5 m, está constituido por rocas metamórficas de grado medio como esquistos con algunas vetas de cuarzo, cuyo color natural es gris moderado (moderate gray), mientras que su color de meteorización es rojo moderado (moderate red), según la tabla de colores de Munsell; la foliación de este afloramiento corresponde a (N40°O- 65°SO).

Las muestras encontradas en esta zona de acuerdo a su petrografía, se caracterizan por ser de grano fino, con foliación de minerales de mica y cuarzos alineados, se encuentran en la facies epidoto-anfibolita, formándose a una temperatura de 450°C y presión entre 4-6 Kb, con presencia de granates y turmalina de pequeño tamaño (menor a 2 mm). Su protolito es pelítico, así mismo se observa el crecimiento de cristales, los cuales son sincinemáticos con la deformación reinante; algunos de los granates se encuentran fracturados, los cuarzos recrystalizados indican un proceso de blástesis media. La aparición del granate y la biotita indican el paso de la facies de los esquistos verdes a la facies del epidoto-anfibolita, dentro de la zona de Barrows, la cual se encuentra debajo de la zona del granate, esto indica un metamorfismo regional de grado medio.

Formación La Quinta

El afloramiento se ubica entre las coordenadas 244.220m E - 944.580m N, la descripción del mismo se realizó desde un punto ubicado a una distancia de 15 metros, debido a la complejidad del área, las capas se exponen, aproximadamente, 80 m de altura sobre la corona de un deslizamiento traslacional, en la base de dicho deslizamiento se logra observar la composición de los bloques. En la etapa descriptiva se logró definir una ritmicidad entre las capas, diferenciándose areniscas y lutitas, principalmente.

En el área estudiada se aprecian las facies no rojas de la Formación La Quinta en diversos afloramientos, representada por ortoconglomerados polimícticos, areniscas de grano medio y lutitas; estas capas se depositaron de manera discordante sobre la Asociación Tostós y Sabaneta. Los clastos que conforman estas rocas presentan evidencia de un largo transporte, energía alta del medio, buena selección y madurez textural, es decir, son clastos redondeados y sin matriz arcillosa, por lo que se infiere que fueron sedimentos de origen fluvial. En otros sectores de la zona de estudio se encuentra la facies roja de dicha formación, representada por litoarenitas micáceas. Las rocas de esta formación se encuentran muy diaclasadas y meteorizadas debido a la exposición que han tenido, por lo que las estructuras sedimentarias son imposible de identificarlas. Algunos afloramientos de la Formación La Quinta, presentan un metamorfismo dinámico de grado bajo, muy localizado producto de la acción de las fallas, a consecuencia de esto se tienen rocas cataclásticas con un protolito sedimentario.

Depósitos cuaternarios

En el área de estudio se localizan varios depósitos cuaternarios, de los cuales se seleccionaron dos por ser los más representativos. Los nombres empleados para identificarlos son: C1 y C2, las coordenadas de los mismos corresponden a 245.149m E - 941.127m N y 244.698m E - 941.128m N, respectivamente (figura 1 y 2); a estos se les realizó estudios y análisis principalmente de facies y asociación de facies con el fin de definir el ambiente de depositación de ambos, para ello se realizó una delimitación de los cuerpos presentes en cada uno de ellos, basándose en cambios granulométricos, color, y la facies que los caracterizan, partiendo de esta descripción se realizó un estudio más detallado de cada uno de los cuerpos con el fin de definir los elementos de arquitectura y así, los litosomas que permitirán finalmente la asignación del ambiente sedimentario que influyó en su depositación.

En las columnas estratigráficas observadas, se establece que el ambiente de depositación corresponde a abanicos aluviales, en ambos casos se observa las facies proximal y media de un abanico aluvial. En el estudio de cada columna se definió una serie de ciclos que indican el inicio y el fin de un evento depositacional. En el caso de la columna C1 (figura 3), se distinguen seis ciclos, donde el primero refleja la facies proximal de un abanico aluvial, el segundo ciclo indica la facies media del mismo, es decir, se produjo una retrogradación en la sedimentación, lo que permitió poner en contacto la facies proximal de un abanico y la facies media de otro, esto se repite en los ciclos tres y cuatro, es decir, facies medias sobre facies proximales, con respecto a los ciclos cinco y seis, el sistema se encuentra en equilibrio, no hay influencia tectónica que provoque una progradación, ni un cese en los pulsos tectónicos que genere la disminución del aporte de sedimentos para generar una retrogradación.

El comportamiento del depósito C2 (figura 4), es similar, solo se observa la facies proximal y media de abanicos aluviales, se delimitaron cinco ciclos, los dos primeros representan la facies medias, caracterizados por una agradación, con respecto al tercer ciclo se aprecia una progradación ya que se encuentra suprayacente a la facies proximal de otro abanico aluvial, el ciclo cuatro refleja una retrogradación debido a que este abanico representa la facies media y se encuentra sobre otro de facies proximal, finalmente culmina la sedimentación con un ciclo progradante, hay aumento del aporte de sedimento y permite la depositación de sedimentos de flujo gravitatorio de la facies proximal de otro abanico aluvial.

Análisis estructural

En la zona se definieron tres fallas geológicas, la traza Norte y Sur de la falla de Boconó y una falla intramorfomacional en la Formación La Quinta. Para definir el comportamiento de estas estructuras, el estudio se fundamentó en características geomorfológicas descritas a partir de fotografías aéreas y de la observación directa en campo, cabe destacar que la interpretación fotogeológica es un punto clave para definir las



Figura N°1. Depósito cuaternario C1.



Figura N°2. Depósito cuaternario C2.

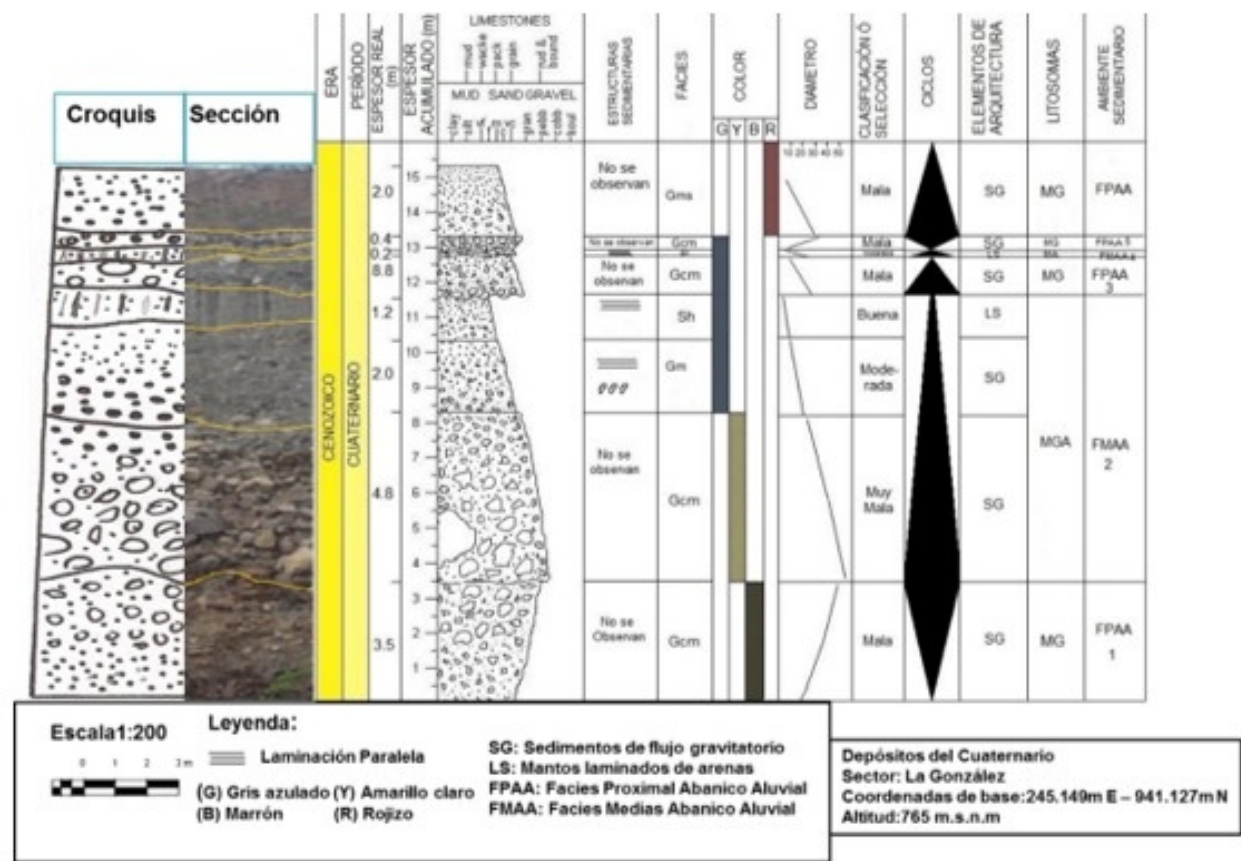


Figura N°3. Columna estratigráfica para el depósito cuaternario C1.

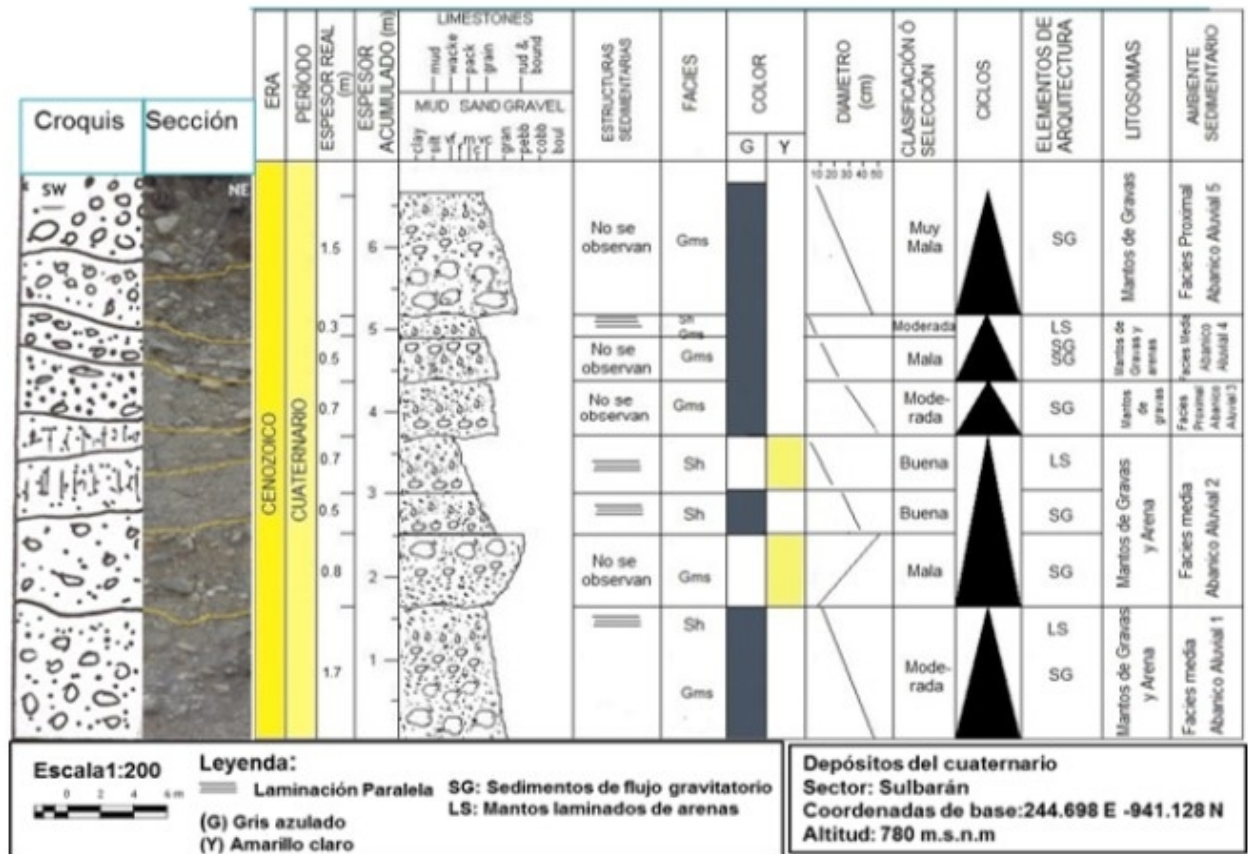


Figura N°4. Columna estratigráfica para el depósito cuaternario C2.

fallas, ya que se logra abarcar una extensa área de estudio. Entre las características observadas fotogeológicamente, se tiene: ensilladuras de falla, drenajes desplazados, drenajes deformados, y deslizamientos alineados, estas características se aprecian en toda la zona y sirvieron de guía para definir las trazas de las fallas y plantear puntos de interés a la hora de ir a campo.

La falla intraformacional se encuentra entre las coordenadas 944.000m E - 945.000m N en la Formación La Quinta, en base a las estrías de falla, se definió el movimiento de los bloques como normal en la componente vertical y destal en la horizontal, el *pich* correspondiente para esta falla es de 85° SO, por lo que la componente que domina es la vertical, estas características permiten establecer el movimiento de la falla como normal-destal, de acuerdo al gráfico que representa la clasificación de los tipos de movimientos de las fallas propuesto por Rickard (1972), en Ragan (2009).

Por su parte, la traza norte de la falla de Boconó se encuentra entre las coordenadas 943.000m E - 944.000m N, esta falla pone en contacto litológico a la Asociación Tostós con la Formación La Quinta, en base a las estrías de falla se definen dos movimientos: en la componente vertical la falla se mueve de forma normal y en la componente horizontal la falla tiene un movimiento destal, el *pich* medido corresponde a 64° suroeste por lo que el movimiento de la falla es destal-normal; mientras que la traza sur de la falla de Boconó pone en contacto litológico a las Asociacio-

nes Sierra Nevada y Tostós, no se pudo recolectar datos con respecto al *pich*, pero en base a estudios anteriores se toma el movimiento de la falla como destal-normal.

Con toda la información recabada en la etapa de pre-campo y campo, además de los resultados analizados y obtenidos durante la etapa de postcampo, se generó el mapa geológico correspondiente al área estudiada.

Del mapa geológico obtenido, se realizó un corte a fin de interpretar la historia geológica de la zona, el trazado de este se escogió de acuerdo a las estructuras presentes en el área (figura 5). En el corte geológico A-A' (dirección noroeste-sureste), se puede observar la presencia de unidades litológicas correspondientes a las asociaciones Sierra Nevada, Tostós y Sabana, Formación la Quinta y terrazas del Cuaternario. Las rocas más antiguas pertenecen a la Asociación Sierra Nevada, cuya base no está definida y el tope se considera discordante con respecto a la Asociación Tostós, tal como se observa en el corte, sobre esta última se deposita de manera discordante la Formación La Quinta que corresponde litológicamente a lutitas, areniscas y conglomerados.

Topográficamente el área está definida por una cuenca de tracción denominada La González, producto de los esfuerzos transtensivos originados por la traza norte y sur de la falla de Boconó. La estructura geológica principal en el corte es un graben, delimitado por las trazas de las fallas principales cuyo movimiento es normal-destal, ocurriendo una caída cortical.

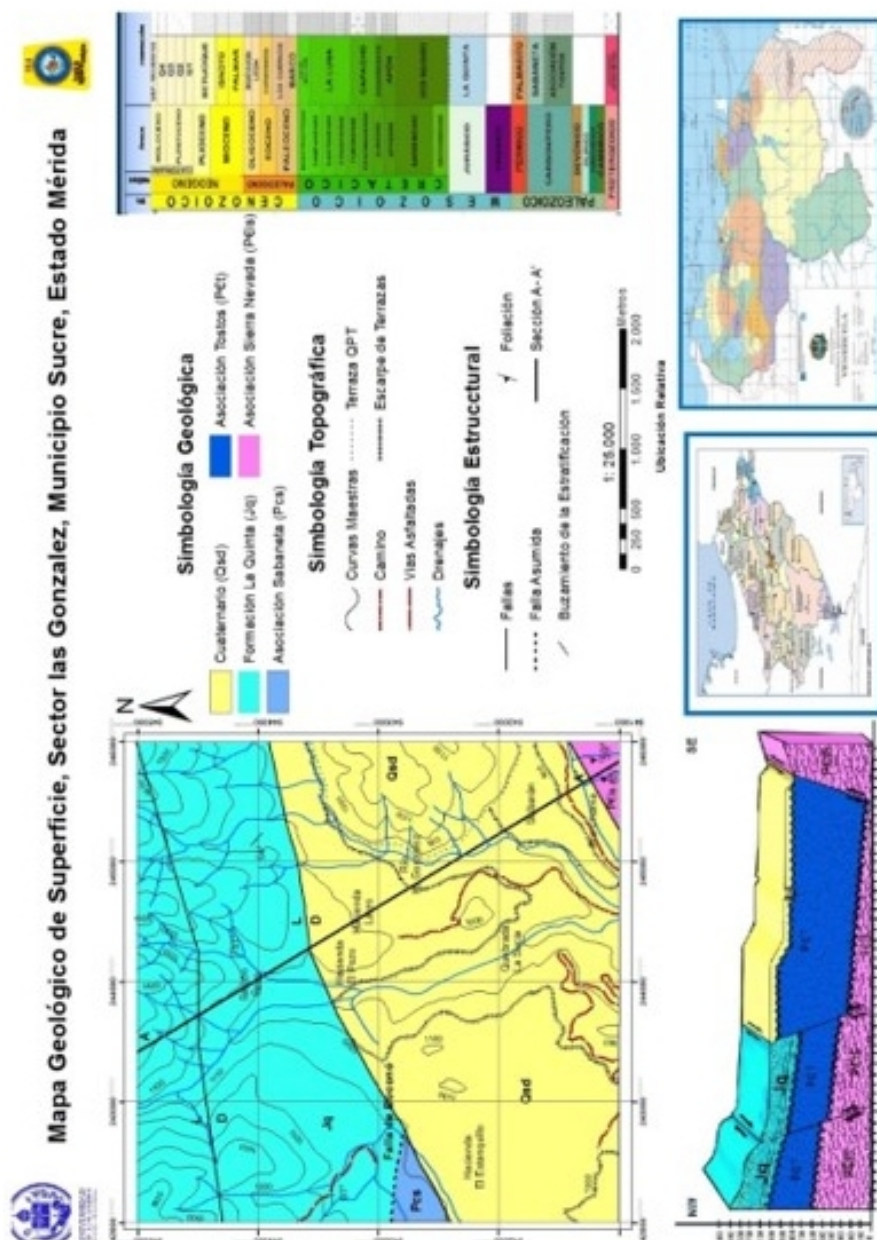


Figura N° 5. Mapa geológico de superficie sector La Gonzáles – San Juan de Lagunillas, municipio Sucre, estado Mérida.

La traza norte de la falla de Boconó pone en contacto a la Asociación Tostós y a los depósitos cuaternarios con la Formación La Quinta. Posteriormente se origina un conjunto de fallas escalonadas con movimiento normal-destal.

Finalmente, se depositan los sedimentos que conforman las terrazas del Cuaternario, representadas por materiales provenientes de las formaciones recientes.

Conclusiones

La zona de estudio posee gran complejidad estructural, producto de la acción de la traza norte de la falla de Boconó, reflejada en un complejo sistema de fallas con

orientación suroeste–noreste, condición que a su vez se observa en la gran fracturación y diaclasamiento de los afloramientos. Es importante definir el comportamiento de dichas fallas para entender la dinámica estructural de la zona.

En base al análisis de facies y la asociación de facies de los depósitos Cuaternarios, se definió el ambiente sedimentario en el que estos se depositaron.

Referencias bibliográficas

Salas, E. (2007). *Estudio geológico geotectónico de la Troncal 07, entre los sectores Estanques y La Victoria, Municipio Sucre del Estado Mérida*. Trabajo Especial de Grado para optar al título de

Ingeniero Geólogo. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Schubert, C. (1980^a). Morfología neotectónica de una falla rumbo-deslizante e informe preliminar sobre la falla de Boconó, Andes merideños. *Acta científica venezolana* 3, 98-111.

Schubert, C. y Vivas, L. (1993). *El Cuaternario de la Cordillera de Mérida*. Universidad de Los Andes-Fundación Polar.

Tricart, J. y Michel, M. (1965). Monographie el carte geomorphologique de la region de la Lagunillas (Andes venezueliennes). *Rev. Geomorph. Dynam.*, XV Ann., N° 1-2-3, p. 1-33.



Más de 100 maneras para salvar el medio ambiente*

Casa

Un planeta sano empieza a vivirse desde la casa. Por el sólo hecho de existir, un ser humano ya está modificando el ambiente y su entorno. Pero lograr que su vida y la de la naturaleza sean compatibles no es tan complicado. El secreto está en arrancar pensando en los demás.

1 Cada vez que usted va al baño y descarga la cisterna utiliza entre cinco y siete galones de agua. De hecho, 40% del agua que usted utiliza cada día en su casa se va por la cisterna abajo. Por eso, instale un “dispositivo de desagüe” en su inodoro. Esto es, una botella de gaseosa de un litro o litro y medio dentro del tanque. Esta ocupa espacio y reduce la cantidad de agua que se utiliza diariamente. Así se ahorrará entre uno y dos galones por vaciado de cisterna. Para que la botella no flote, llénela con piedras.

2 Si dispone de mayor presupuesto, cambie el tanque. Los convencionales, con capacidad para 15 ó 16 litros, se pueden reemplazar por los de tanque de seis litros.

3 Siga ahorrando agua en la casa. Partiendo de que la ducha gasta casi 32% del agua que se utiliza en una vivienda convencional, arme un plan para reducir el tiempo del baño diario, enjabónese con el grifo cerrado o quítele presión a la ducha. Piense que de no hacerlo, usted y su familia gastan semanalmente cerca de 700 galones de agua en solo la ducha. Ese es el equivalente a la provisión de agua que requiere tomar una persona para sobrevivir durante tres años.

4 Otra opción es conseguir unos compresores especiales que “pulverizan” el agua y logran un ahorro de hasta 80% con respecto del consumo normal. En realidad éstos son dispositivos que dan la sensación de ofrecer un flujo de agua muy fuerte pero lo que en verdad hacen es partir las gotas de agua.

5 Si tiene máquina lavaplatos en la casa, piense que éstas consumen 40 litros de agua por operación. Por eso, si le es imprescindible usarla, hágalo pero sólo cuando esté llena de platos. Si no tiene máquina lavaplatos, acostúmbrese a enjabonarlos con el grifo cerrado.



6 Riegue su jardín máximo una vez a la semana. Cuando lo puede, no lo deje tan bajito, eso le ayuda a tener unas raíces más sanas y a retener la humedad de la tierra. En épocas secas, corte la hierba un poco y déjela secar encima del pasto, esto, además de ayudar a conservar la humedad, es un fertilizante natural.

7 Anualmente se pueden ahorrar 75 mil litros de agua con sólo cerrar la llave a la hora de afeitarse o de cepillarse los dientes. Es cuestión de disciplina.

8 En países desarrollados, los escapes y daños en grifos e inodoros dan cuenta de 80 mil litros de agua al año. ¡Imagínese cuánto más se desperdicia en un país como Colombia! Por eso, esté atento a escapes y daños.

9 Reutilice el agua de su lavadora. El agua del enjuague (la que viene después de la enjabonada y antes de que se termine el ciclo normal) le puede servir para trapear pisos, lavar baños o tapetes o para limpiar el carro.

10. En materia de energía, utilice bombillos fluorescentes de 10 y 20 vatios en reemplazo de las bombillas incandescentes convencionales de 60 y 100 vatios respectivamente. Las bombillas fluorescentes ahorran las 3/4 partes de la energía eléctrica y duran diez veces más.

11. Siga ahorrando energía. Piense que 90% de la energía eléctrica que se usa en una lavadora se emplea para calentar el agua. Lave con agua tibia y enjuague con fría, o sencillamente haga todo el con agua fría.

12. Los llamados *timers* electrónicos o temporizadores para los calentadores eléctricos son una de las mejores formas de ahorrar energía porque usted los programa. Otra opción es conectar sólo una vez al día el calentador, máximo 45.

*<https://es.scribd.com/doc/2208089/Mas-de-100-maneras-para-salvar-el-Medio-Ambiente#download>

13. Ojo: es un completo desperdicio de energía que el calentador exceda los 60° centígrados. Fíjese bien a la hora de programarlo.

14. Un consejo sencillo: mantenga las luces apagadas durante el día. Prefiera mantener las cortinas abiertas para que entre la luz.

15. Casi 30% del consumo de energía de un apartamento normal corre por cuenta de la nevera. La temperatura máxima de una nevera no debe superar los 5° centígrados. Una capa de hielo superior a los 5 milímetros de espesor consume más energía. Evite abrir y cerrar la nevera porque el intercambio de aire caliente y de aire frío consume más energía.

16. Si tiene cocina eléctrica, use ollas de base plana para disminuir el tiempo de cocción de los alimentos.

17. y siga colaborando con el ambiente en la casa. La limpieza es el mejor antídoto contra insectos y plagas. Manteniendo la casa limpia se evita el uso de insecticidas y plaguicidas.

18. No use aerosoles de ninguna clase. Ni como limpiadores, ni como desodorantes. Estos contienen clorofluorocarbonos (CFC) que contribuyen al deterioro de la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioleta del Sol. Todos los aerosoles pueden reemplazarse por otros sistemas.

19. El mejor envase para proteger el medio ambiente es el vidrio. Evite el exceso de empaques de plástico que no son biodegradables. El 40% de los desechos urbanos proviene de los embalajes. Entonces, use vidrio porque es reciclable y dura mucho más. Evite, también, el uso de productos desechables porque acortan la vida útil de los rellenos sanitarios.

20. Las pilas de zinc-carbón no contaminan, úselas. Ojo, hay alcalinas que contienen mercurio que es muy contaminante. Por eso, si utiliza las de este tipo, debe tener mucho cuidado al desecharlas. No las arroje con toda la basura, reúnalas, sepárelas y entréguelas a la empresa de aseo que dispone de su basura para que les de un manejo adecuado.

Cuadra y Barrio

Cuidemos nuestra cuadra y nuestro barrio. El espacio público empieza de la puerta de la casa hacia afuera y hace parte de nuestro medio ambiente urbano. Y cuando se habla de “espacio público” se habla de nuestro parque, nuestro andén, y hasta de nuestro hidrante... Se habla de los sitios donde vivimos, donde crecen nuestros hijos y donde están nuestros amigos.

21. Mantenga siempre aseadas y bien podadas sus zonas verdes, (antepardines, jardines, separadores y andenes empedrados) tanto si son de su propiedad como de uso compartido. Cada ser humano dispone de 16 metros de espacio público. En Bogotá, esa cifra es de 3,5 metros² por persona. Preocupémonos, entonces, por nuestro entorno. Ojo: el crecimiento desordenado del pasto, sumado a la acumulación de basuras, facilita la presencia de roedores y por tanto la proliferación de enfermedades y plagas.

22. Al sacar la basura de su hogar, deposítela en los recipientes dispuestos para tal fin (canastillas metálicas apostadas en los andenes para uso individual y colectivo de las casas de la manzana o conjunto). Esto evitará que las bolsas de desechos domésticos sean alcanzadas por perros y gatos y en consecuencia los desperdicios sean regados por el suelo.

23. Por su seguridad y la de los suyos, contribuya a mejorar el aspecto de su parque o zona verde. Usted puede organizar jornadas ambientales para la reforestación, poda, pintura, mantenimiento y embellecimiento de sus áreas recreacionales. Los árboles (preferiblemente especies nativas y ornamentales) puede adquirirlos en los viveros públicos y privados de su localidad. Un parque bien cuidado es un pulmón para la ciudad y una alternativa de vida para la comunidad.

24. Si usted es propietario de un local comercial en zonas residenciales (talleres de mecánica, tienda de víveres, salones de belleza,

tabernas y pizzerías) recuerde que los demás habitantes también tienen derecho a disfrutar del espacio público, del aire puro y de la tranquilidad. Por esta razón, no debe sobrepasar los límites espaciales de su negocio contaminando con desechos, ruido o emisiones atmosféricas que puedan ocasionar molestias a los vecinos del lugar.

25. De acuerdo con la Resolución No.541 de 1994, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, la cual regula el cargue y descargue de escombros, tenga en cuenta cuando emprenda obras de mejoramiento, remodelación o construcción en su vivienda, no acumular los materiales en los andenes o espacios públicos, pues obstruye el libre tránsito de las personas.

26. Esta misma disposición legal establece las pautas para que usted cubra y almacene adecuadamente los materiales de construcción, pues cuando llueve, la arena, gravilla y cemento depositados en los andenes, son arrastrados hacia el alcantarillado provocando su taponamiento. Respete las normas que sobre depósito de escombros existen en el país. Evítese sanciones.

27. No arroje basuras a alcantarillas, conductos de aguas lluvia o sistemas de drenaje aledaños a su barrio o conjunto. Las inundaciones son por lo general la consecuencia más evidente de estas prácticas inadecuadas.

28. Denuncie cualquier acción que atente contra los recursos naturales de su barrio o localidad. Los árboles son amigos silenciosos del hombre de la urbe, que purifican el ambiente ciudadano, dan sombra y enriquecen el aspecto físico de su conjunto habitacional.

29. No permita que sin justa razón alguien intente talar, envenenar o arrancar un árbol. En él se posan diariamente cientos de copetones, abuelitas y miras que enriquecen el paisaje de ese “pequeño país” que es nuestro barrio.

30. Los muros y paredones pueden ser utilizados para hacer her-

mosas y coloridas pinturas. Reúna a su barriada y empleando productos no nocivos para el ambiente, déle rienda suelta a su imaginación y plasme un mural que invite a la paz y a la convivencia con la naturaleza.

31. Reaccione cuando presencie que estos lugares son utilizados para la inscripción de grafitos inofensivos, desordenados o groseros.

32. La sobrecarga de avisos, vallas, pasacalles y letreros comerciales no sólo da un desagradable aspecto a su localidad, sino que además es una forma adicional de contaminación: la visual, que puede ser tan perjudicial como las otras formas de degradación del medio físico.

33. Con la ayuda de sus vecinos, presente ante las autoridades civiles de su localidad las quejas y peticiones relacionadas con el mejoramiento de sus vías, o únase con sus vecinos y pavimente su calle.

34. Recuerde que la solidaridad es la mejor aliada para la solución de problemas. Unas vías en buen estado mejoran el aspecto físico de su barrio y evitan el desajuste de los vehículos con la consabida desincronización y emisión de sustancias tóxicas.

35. Colabore con las autoridades para denunciar irregularidades respecto a la invasión progresiva de vendedores informales y negocios ambulantes (asaderos de carne, carros de perros, etc.), cuyos dueños no tienen ningún tipo de precaución sanitaria en la preparación de los alimentos ni en la adecuada disposición de los desechos como vasos, servilletas y residuos de comida, entre otros, abandonando a la mañana siguiente su puesto habitual de ubicación sin preocuparse por el daño ambiental que ocasiona y las molestias que esto representa para los vecinos.

36. Siempre en sus jardines y en áreas de uso público plantas ornamentales, preferiblemente flores. Estos proporcionan un aspecto colorido y alegre. También puede sembrar frutales, que además de útiles, atraen aves silvestres.

37. Participe en los programas educativos de sus comités ambientales locales, para que mediante la capacitación recibida usted pueda convertirse en multiplicador de una conciencia conservacionista al interior de su barrio.

38. Colabore con la conservación de postes eléctricos, cables, hidrantes y demás sistemas de conducción de los servicios públicos. De su buen estado depende que estas empresas puedan prestarle el servicio que usted merece. Por el contrario, el abandono o daño intencional de estos sistemas afecta la vida de usted y su familia y causa desperdicio de los recursos hídricos y energéticos.

39. Si usted es testigo de descargas contaminantes sobre cuerpos de agua (quebradas, humedales, riachuelos) por parte de alguna o algunas fábricas aledañas a su sector de residencia, o de la persistente contaminación con desechos sólidos (colchones en desuso, plásticos, llantas, animales muertos, etc), colabore con las autoridades encargadas de su con-

trol, denunciando e identificando oportunamente a estos depredadores del medio ambiente urbano.

40. Recuerde: su derecho a un medio ambiente sano termina donde empieza el del otro.

41. Lavemos el carro no la cuadra. No desperdiciemos este precioso recurso, empleemos en ello la menor cantidad posible de agua. Es mejor utilizar un balde y un trapo, en lugar de usar la manguera con el chorro pleno.

42. Mantener los animales domésticos en buenas condiciones sanitarias evita la proliferación de infecciones y enfermedades. Preocupémonos porque nuestras mascotas estén aseadas y al día con las vacunas.

43. En épocas de lluvia no olvidemos barrer constantemente el frente de nuestra vivienda, así evitaremos acumulación de desechos y lodazales que contaminan el ambiente y tapan las alcantarillas.

44. La quema al aire libre ocasiona lluvia ácida (las partículas contaminantes suspendidas en el aire, reaccionan con la humedad o con el rocío originando compuestos ácidos, los cuales son depositados en la tierra). Esta interrumpe la alimentación y desarrollo de las plantas. Diariamente respiramos entre 10 mil y 20 mil litros de aire, defendamos su calidad.

45. En la mañana cuando encienda el carro recuerde que arrancar bruscamente incrementa el consumo de gasolina. Es vital la sincronización y revisión permanente de los automóviles.

46. No todos los desechos son basura, algunos son reutilizables y tienen valor comercial. Organicemos campañas comunales de reciclaje para clasificar las basuras y determinar sitios de acopio.

47. Parquear los vehículos en los andenes daña la textura del suelo y constituye invasión del espacio público. Piense primero en la comunidad.

48. Vigilemos los lotes para que no se arrojen en ellos basuras y desechos de construcción.

49. El control de plagas y zancudos depende del aseo de cada sector. Evitemos las acumulaciones de agua en llantas, andenes, sótanos y lugares deshabitados. Allí se crían zancudos y otros vectores que transmiten enfermedades.

Plaza

La plaza también hace parte de nuestro medio ambiente. Ese sitio -donde muchos crecimos, jugamos y conocimos a muchos de nuestros amigos, donde jugamos a las escondidas y compartimos ratos inolvidables con nuestros abuelos- merece que lo recuperemos.

50. Algunas plazas, utilizadas los domingos para el mercado, se ven afectadas por las basuras orgánicas e inorgánicas que dejan los vendedores y compradores. Una organización en la recolección de basuras permitiría mejor higiene, control sanitario y menos posibilidades de contaminar los alimentos.

51. A los transeúntes "apurados" se les recomienda entrar a un establecimiento para ir al baño y no contaminar el espacio público con orines.

52. La plaza es un lugar de esparcimiento, de lúdica y de recreación, por eso se aconseja utilizar otros espacios para convocatorias políticas.

53. No confundamos la plaza con un parqueadero, para ello existen espacios ya establecidos como las Zonas Azules. Usémoslas.

54. No patrocinemos el tráfico ilícito de fauna silvestre permitiendo que se exhiban y comercialicen en la plaza. Denunciemos estos hechos antes las autoridades regionales

55. Organicemos una caseta o kiosco donde se ofrezca información turística y ambiental para educar a la comunidad y a los visitantes.

56. Recomendémosle a las personas que generalmente se ocupan de las palomas de la plaza que las alimenten sólo con granos y no con dulces o comida ajena a su dieta. Tampoco les ofrezcamos ese tipo de comida que las enferma y les acorta su vida.

57. Cuidar de fuentes y manantiales es tarea no sólo del personal de aseo de la plaza y del barrio sino de todos los ciudadanos. No lancemos a ellas basura ni monedas.

58. Si las fuentes contienen peces, no permitamos que sean alimentados indiscriminadamente. Dejémosle esa labor a quienes responden por ellos o si no hay quien lo haga, ¿por qué no lo hacemos nosotros mismos?

59. Es importante que niños y adultos cuiden de columpios, rodaderos y otros juegos de la plaza, pues hacen parte de ella.

60. Los excrementos de las mascotas contaminan el ambiente y dan muy mal aspecto. Por eso, llevemos bolsitas para depositar el excremento y luego enterrarlo o arrojarlo a la basura.

61. No arranquemos las flores que decoran la plaza. Se ven mucho más hermosas en su ambiente natural que dentro de un florero. Y duran más.

Bosque

Mucho se puede hacer por los árboles. Saber lo que ofrece. su riquezas, lo que representan para la vida 10 mismo que conocer cómo se conservan y estar dispuestos a conservarlos depende de todos. Eso se llama educación ambiental.

62. De seguro que lo ha escuchado cientos de veces. Pero no está de más decirlo otras tantas: ¡NO! a la tala indiscriminada de árboles. Dicha actividad trae como consecuencia la desaparición del hábitat de especies de fauna y flora que están en peligro y la erosión del suelo.

63. Promovamos, junto con las autoridades competentes, la empresa privada y la comunidad en general, brigadas de reforestación con especies nativas. En Colombia existen árboles como cedro, abarco, mora, roble, macharé, tangaré, orejero y guasco, entre otros, que ofrecen excelentes posibilidades de revegetalización.

64. Impulsemos entre los agricultores y ganaderos el uso de cercas vivas en sus fincas, preferiblemente con árboles de sombra, con el fin de reemplazar los alambres de púas y las divisiones eléctricas.

65. Evitemos la tala de árboles cerca a la orilla de ríos, ciénagas y quebradas. Dicha actividad genera sedimentación y contaminación en las cuencas hídricas.

66. Promovamos la reforestación en zonas pendientes con el fin de que el agua no penetre directamente al suelo sin vegetación, y origine zanjas, cárcavas y erosión.

67. Conservemos los pequeños bancos o pulmones de bosques existentes, ya que además sirven como barrera de protección a la acción de vientos fuertes y permanentes sobre el suelo.

68. Mantengamos bosques en los nacimientos de los ríos, quebradas y lagunas. Ellos sirven de filtro a los rayos solares y mantienen fresca el agua de las orillas de los cuerpos de agua.

69. Utilicemos la menor cantidad de bolsas al momento de comprar. Un árbol de 15 años sólo daría para 700 bolsas de papel que durarían menos de una hora en un supermercado.

70. Ojo: se ahorra materia prima y se evita la producción innecesaria de una cantidad importante de basura al no usar servilletas, vasos y cubiertos desechables de uso permanente.

71. En el sitio de trabajo o estudio inicie campañas de reuso de papel. En las ciudades grandes se botan casi 500 toneladas de cartón y papel diariamente. Una tonelada de papel reciclado equivaldría a salvar una docena de árboles.

72. Avise inmediatamente a las autoridades cualquier incendio de aprovechamiento de bosques o quema de los mismos. La práctica de dicha actividad ocasiona erosión, desaparición de hábitats y pérdida de nutrientes en los suelos. Anualmente en Colombia arden 2,5 millones de hectáreas de terrenos entre bosques, zonas agropecuarias y ecosistemas estratégicos. Sólo la superficie total de bosques quemados cada año es de 22 mil hectáreas de las cuales 84,2% corresponde a bosques naturales.

73. No rastrille, ni haga fogatas con las hojas y los arbustos que caen al suelo. Estos forman una capa que constituye un excelente fertilizante y abono natural, lo cual favorece la biodiversidad. En la Amazonia, por ejemplo, nacen más de 260 semillas de especies de árboles por hectárea.

74. Al visitar o acampar en los parques nacionales y las reservas naturales, cuide, disfrute y proteja los bosques y animales. Dichos lugares son el único y mejor paraíso que poseen, dada la creciente expansión de la actividad humana y el aumento de la población.

75. Recuerde que por cada millón y medio de toneladas de papel reciclado se salvan de ser talados 15 millones de árboles.

76. Evite arrojar al bosque colillas de cigarrillo encendidas. También, después de los asados ten-

ga presente apagar las fogatas o carbones y brasas.

77. Si debe realizar quemas, dé aviso a vecinos y autoridades. No las descuide, vigílelas hasta que se apaguen por completo.

78. En los paseos sea muy cuidadoso con el uso de velas y estufas a gasolina, carbón

o leña. Recuerde que las velas deben estar prendidas sólo cuando haya un adulto que pueda vigilarlas.

79. En las fincas o casas de campo revise periódicamente las instalaciones eléctricas para evitar efectos que ocasionen cortos o chispas.

80. Durante la celebración de festividades, respete las prohibiciones de quema de voladores, globos y pólvora en general. Muchos pueden ir a parar a los bosques, provocando los anunciados incendios.

81. No se quede con los brazos cruzados. Promueva, coordine y realice programas de educación y capacitación a la comunidad, en todo lo relacionado con la conservación y preservación de los bosques.

82. El Árbol Nacional de Colombia, la Palma de Cera, padece cada Semana Santa cuando se arrasan miles de ellas para hacer los ramos que se llevan durante la procesión del Domingo de Ramos. Por eso no compre ni demanden ni use ramos elaborados con Palma de Cera. No es un consejo que vaya en contra de su creencia religiosa sino en contra de la depredación. Use alternativas como juncos, mimbre, chusque, tallos de arroz o hasta pañuelos blancos en Semana Santa.

Ríos

Salvemos nuestros ríos. Construyamos una cultura que valore la importancia que tienen para nuestras vidas recursos como el agua. Colombia es la quinta potencia mundial en recursos hídricos. Cuenta con 1.500 kilómetros de ríos. 3 millones de hectáreas de aguas superficiales y 2.5 millones de hectáreas de humedales que contienen 87% del volumen de los cuerpos de corriente. Sobradas razones para ayudar a conservarla.

83. El mejor instrumento para la conservación de los ríos es la reforestación. En su comunidad usted debe promover brigadas que se dediquen a la siembra de especies endémicas o propias de cada región que permitan aumentar los recursos nativos existentes.

84. Si vivimos en una cuenca o cerca de ella debemos estar pendientes de la conservación de nuestros bosques convirtiéndonos en sus guardianes. Esto lo podemos realizar denunciando a quienes cometen los crímenes ecológicos de tala indiscriminada de árboles. En Colombia tenemos un Sistema Nacional Ambiental (SINA) integrado por el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales, las Unidades Ambientales Urbanas, las Alcaldías Municipales, las Gobernaciones y las Entidades Territoriales que están dispuestas a

atender sus denuncias y a actuar en favor del medio ambiente.

85. El río no es un botadero de basuras, no lo contamine con desperdicios porque esto atenta contra todas sus posibilidades de vida.

86. Aprendamos a manejar nuestras basuras. El manejo de las basuras es clave para que el río no se convierta en su principal víctima. Reciclemos, al hacerlo estamos contribuyendo indirectamente con la descontaminación del río. El reciclaje es muy sencillo y se logra con la utilización de tres tipos de bolsas: una para los papeles, cartones y maderas; otra para las botellas y los plásticos y la tercera para los materiales biodegradables como las cáscaras de las frutas, las verduras y las sobras de comida.

87. En las grandes ciudades es bueno que construyamos una cultura del ahorro del agua. Utilicemos las cantidades necesarias y de manera racional. El desperdicio del agua lleva a que se sobreutilice este recurso que se extrae de los ríos. De continuar como hasta ahora paulatinamente llegaremos a su sequía.

88. Ahorremos energía eléctrica. La energía eléctrica es un recurso que se extrae del agua de los ríos a través de las represas. Si utilizamos la energía eléctrica en cantidades adecuadas y sin desperdiciarla estamos ayudando a mantener los embalses de las represas en sus niveles normales.

89. El río es fuente de vida. Su interior está poblado de alimentos nutritivos y necesarios para nuestra alimentación.

Tratemos al río como a un espacio de nuestro hogar, cuide y proteja las especies de flora y fauna que contiene.

90. La pesca indiscriminada en las temporadas de subienda perjudica la reproducción normal de los peces del río. La razón es que es precisamente en la subienda donde los peces desovan, es decir, van a depositar los huevos para su reproducción natural. No pesque en subienda si quiere mejores resultados durante el año. El ideal para la conservación de especies de peces en los ríos es evitar la pesca en temporada de subienda.

91. La pesca es una actividad que se debe realizar con la mayor responsabilidad posible. Se debe tener en cuenta el tamaño de la especie que se extrae. Los peces de menos de 15 centímetros de longitud se deben regresar a su cauce. La pesca no se debe realizar con dinamita porque los daños ambientales son incalculables.

92. Los habitantes de las riberas de los ríos también pueden denunciar, ante las autoridades ambientales correspondientes, a las industrias que se establecen sobre o muy cerca de los cauces de los ríos e indiscriminadamente depositan en su lecho sus desperdicios industriales. Para controlar estos problemas existen programas de reconversión industrial del Gobierno Nacional para disminuir a mediano y largo plazo las emisiones contaminantes de las industrias.

93. Las industrias también pueden solicitar apoyo técnico al Ministerio del Medio Ambiente o a la autoridad ambiental correspondiente para que las asesoren sobre sus problemas de emisiones contaminantes. Para esto se establecen planes de manejo para mitigar la contaminación ambiental.

94. Cuando se requiera dragar un río para mejorar su navegabilidad, por ejemplo, es necesario que especialistas o las autoridades ambientales competentes asesoren estos proyectos en aras de evitar daños ambientales irreparables.

95. El río es un bien natural que también sirve como instrumento de recreación, en todas nuestras regiones. Las familias y los grupos de amigos, sobre todo los fines de semana y en los puentes, acuden a él para sus paseos. Si estos paseos no se realizan con la rigurosidad mínima de comportamiento, se convierten en otra fuente de contaminación para los ríos pues siempre dejan las playas de los ríos llenas de desperdicios contaminantes. La regla de oro consiste en dejar los lugares visitados de tal forma que parezca que por allí no ha pasado nadie.

Playas y Mar

El sueño de muchos: la playa, el descanso, el mar. Recuerdemos que ese también es nuestro mar y que los recursos no son de unos pocos. Por eso, desde que lleguemos a esos sitios, pensemos en dejarlo todo como si nos quedáramos a vivir allí. El no estar en nuestra casa no significa que tengamos derecho a arrasar con lo que encontramos.

96. No importa cuánto tenga que caminar para encontrar una caneca dónde arrojar su basura mientras está en la playa. Por favor, deje la playa como quisiera encontrarla la próxima vez que vuelva. Recuerde que las latas y los envases de plástico no se biodegradan y dejan un aspecto muy desagradable en la arena.

97. Evite romper vidrios. La mayoría de los visitantes andan descalzos y se pueden cortar los pies. Deposite materiales y envases de vidrio en recipientes adecuados donde puedan ser recolectados para reciclar.

98. Si no consigue una caneca cerca, lleve su propia bolsa para la basura. No deje los desperdicios de comida en la arena porque eso atrae moscas y aves carroñeras. Tampoco arroje la basura al mar, aparte de que es contaminante, las olas siempre la devuelven.

99. Tenga presente que el mar y las playas no son baños públicos.

100. Si quiere hacer deporte, hágalo, pero no corte las ramas de las palmeras para hacer porterías de fútbol. Tampoco las use para hacer fogatas.

101. No capture ninguna especie de mar. Ni cangrejos, ni estrellas, ni erizos. Se ven mucho mejor en su hábitat donde cumplen una función especial que metidos dentro de una botella o puestos sobre un escritorio.

102. Si va a pescar, tenga presente hacerlo en zonas no contaminadas. Y devuelva al mar los peces pequeños, con ello no acaba el recurso.

103. Diga NO cuando le ofrezcan productos elaborados con carey o coral. Las tortugas carey están en vías de extinción; un coral tarda décadas en crecer unos pocos centímetros. A menor demanda, menor oferta.

104. Proteja las aves marinas. No permita que las capturen o agredan con caucheras.

105. No lleve ni saque especies de fauna (ni marina ni de otro hábitat) de los Parques Naturales.

106. Seamos buenos turistas incluso en el hotel. Ahorremos agua allí también, no llenemos la tina varias veces ni gastemos en exceso los productos desechables como las toallas. Los mismos consejos que ponemos en práctica en nuestra casa, pongámoslos en práctica en el hotel (ojo, no cepillarse los dientes ni afeitarse con el grifo abierto). Son los mismos recursos de Colombia los que se

desperdician aquí y allá.

107. “¿Qué tiene de malo usar jabón?” puede pensar un turista a la hora de hacerlo en el hotel. Recuerde que no es usted sólo quien lo hace sino miles de turistas. Sus espumas van a los ríos y luego al mar donde contaminan. Téngalo presente. Use racionalmente el jabón.

108. Así no sea nuestra casa, evitemos dejar encendido el aire acondicionado mientras no estamos en la habitación del hotel. Recuerde que los CFC, tan dañinos para la capa de ozono, son la materia prima de muchos sistemas de aire acondicionado.

109. Hay cadenas de hoteles en países como Nigeria y Brasil que recaudan entre los huéspedes un dólar voluntario en la cuenta final de su estadía y que destinan a programas de conservación ambiental y protección de la fauna en estos países. ¿No sería ésta una buena idea para Colombia?

110. En vacaciones los cuidados no sólo deben ser para el medio ambiente. Piense en usted. Tenga cuidado al tomar el Sol para evitar que termine con quemaduras de tercer grado.

111. Se recomienda, entonces, tomar el Sol preferiblemente temprano en las mañanas y por tiempos muy cortos durante los primeros días, siempre con protección solar.

112. Evite usar productos que aceleran el bronceado (aceites, determinadas gaseosas, etc). No protegen la piel de los rayos ultravioleta.

113. No nade mar adentro si no cuenta con el respaldo y compañía necesaria para hacerlo (una lancha cercana, flotador, etc.). Y no permita que los niños lo hagan sin su vigilancia. Evite sitios con mucho movimiento de lanchas a motor.

114. Evite nadar después de haber comido (por lo menos durante la hora siguiente), ni lo haga cuando el Sol está muy fuerte (al mediodía) porque podría quemarse considerablemente.

115. No bucee solo y nunca nade de noche, ni bajo el efecto de bebi-

das alcohólicas.

116. Recuerde que no cualquiera puede bucear. Esta actividad requiere de un curso especial y se hace en zonas seguras. Infórmese, entonces, de los sitios donde se pueda practicar este deporte.

117. Al igual que el buceo, prácticas como surf, vela, esquí o la pesca no se pueden hacer de la noche a la mañana. No se arriesgue si es “primiparo” en el asunto.

118. No use playas vecinas a ciénagas o desembocaduras de quebradas porque podría quedar atrapado en una corriente fuerte o en una zona pantanosa.

Oficina

Este lugar, en donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo, es nuestro segundo hogar. Allí permanecemos todos los días y usamos recursos como el agua y la energía.

119. Reciclar es un verbo que se conjuga en todas partes y en todos los tiempos. Por eso, reutilicemos materiales como sobres de manila. Con corrector o un pedazo de papel que tape el anterior destinatario, queda como nuevo. Algunas empresas tienen sellos con varios renglones para nuevos usuarios, esa puede ser otra opción.

120. Las libretas, el papel de oficina y los documentos que pierden vigencia pueden reutilizarse como papel para enviar mensajes o papel de fotocopia. Es aconsejable usar sus dos caras. No arrugue el papel que ya usó, así tiene mayor valor para el proceso de reciclaje.

121. Para evitar el desperdicio de luz, ubiquemos los escritorios junto a las ventanas. Al terminar la jornada, verifique que las máquinas, computadores y lámparas estén apagadas. En las oficinas también se puede hacer separación de basuras en varios recipientes. Organice un programa de reciclaje allí. Muchas empresas lo hacen y venden ese material a centros autorizados. Con ese dinero hacen obras sociales y compran árboles para sembrar.

122. No fume dentro de las oficinas. Si no se dispone de un lugar especial para los fumadores, pídale que lo hagan en los pasillos, sin molestar a nadie. No arroje las colillas en las materas, da mal aspecto y las contamina.

123. A la hora de limpiar los equipos, no use productos en aerosol.

124. Suspenda el correo inútil. Evite el gasto inofensivo de papel.

125. Muchos de los monitores de los computadores y algunas impresoras ya vienen con un logo en forma de estrella y la palabra ENERGY. Es el sello de la EPA (Environment Protection Agency) de Estados Unidos. Eso significa que el equipo satisface una serie de requerimientos de ahorro de energía lo que se traduce en que generalmente, y luego de dejar de usarlo, entra en una especie de estado de hibernación. Al mover el mouse o presionar una tecla, arranca nuevamente.

126. Si no tiene el sello de la EPA, se puede ahorrar energía simplemente apagando el computador, la impresora o el monitor cada vez que los deje de usar o no los vaya a usar en por lo menos una hora.

127. Si tiene impresora láser, reúse los cartuchos varias veces. Es decir, llénelos de tóner otra vez en lugar de arrojarlos a la basura. Cuando lo deseché, comuníquese con el distribuidor para que los recoja.

128. Evite al máximo imprimir sus materiales o documentos. Si de lo que se trata es de archivar o guardar, hágalo en un *disquette* o directamente en el disco duro. Así ahorra papel.

129. Si definitivamente tiene que usar la impresora, imprima por ambas caras de la hoja y en un tipo de letra pequeño para que le quepa más texto en cada hoja.

Mundo interior

Si no estamos bien con nosotros mismos, difícilmente vamos a estar bien con el entorno y con los demás. Poder compartir este planeta con muchos otros seres es un regalo de Dios que se debe agradecer día a día. Empecemos por vivir, entonces, cada día como si fuera el último. Disfrutemos de las cosas simples, del canto de los pájaros, de las gamas del verde, del sonido del agua, del color del cielo... Así veremos y haremos un mejor mundo.

130. Recuerde que son únicamente sus propios pensamientos los que le causan dolor.

131. Decídase a ser amoroso no concediendo cuotas de culpa ni a usted, ni a los demás.

132. Libérese de dolores de espalda, jaquecas o dolores cervicales respirando el olor de una rosa.

133. Dígame adiós a todas las culpas.

134. Quiérase. Contribuya a un mejor mundo perdonándose a sí mismo y a los demás.

135. Sea como el Sol y donde quiera que vaya lleve un poco de primavera y calor consigo.

136. Sea un soplo de aire fresco para todos sus amigos.

137. Recuerde que la sonrisa es una actitud que refleja el calor del Sol y el inicio de una estación creciente.

138. Que todas sus estaciones sean siempre primavera, la estación del amor.

139. Entienda que no existe lo imposible y empiece a creer en sus propios sueños. Por eso, pinte con un pincel imaginario el cuadro que quisiera ver en la realidad.

140. Mire la naturaleza como a un gran maestro, quien continuamente nos despierta la belleza, la armonía y la transformación.

141. Asuma que es parte de todo lo que existe y, por tanto, empiece a ser mas cuidadoso con todo lo que está afuera y dentro de sí.

142. Camine sin rumbo una tarde de lluvia o de Sol.

143. Llame a sus padres y, sin motivo, dígales “los amo”.

144. Regale un libro, un chocolate o una frase amable a alguien todos los días.

145. Siéntese en un columpio, o al menos en una grada y tómese un helado sin prisa alguna.

146. Cocine para sus amigos y tenga un plato caliente siempre para brindarle a alguien.

147. Mire con atención un cielo azul y llénese de su infinito.

148. Cierre los ojos y escuche sin adjetivos los ruidos que llegan de los árboles cercanos.

149. Llene de flores su casa, su habitación, o su oficina.

150. Coma durante un día solamente frutas.

151. Piense que la vida es un regalo de Dios y medite cada mañana sobre lo importante que es estar en este mundo.

152. Siéntese junto a una fuente y escuche el sonido del agua.

153. Apague todas las luces y mire las estrellas al menos una vez a la semana.

154. Si tiene cómo, consígase una mascota.

155. Aprenda de los niños y sienta como ellos.

156. Déle una abrazo sincero a alguien.

157. Póngase pequeñas metas cada día.

158. Pague sus deudas.

159. Sonría, simplemente sonría, así no haya razón para hacerlo.

160. Regálese algo.

161. Adopte un árbol.

162. Camine descalzo sobre la hierba, preferiblemente al amanecer.

163. Viva enamorado.

Escuelas y colegios

Los niños somos más sensibles a las cosas de la naturaleza que los grandes. Nos gustan los animales salvajes y soñamos con aventurarnos en la selva. Pero también nos preocupa esa basura que afea nuestros parques, los ríos sucios y los animales que se venden en las calles. ¿Qué podemos hacer? Con un poquito de imaginación y algunos socios -nosotros, los niños- también podemos salvar el medio ambiente.

164. Como vamos a trabajar por el medio ambiente, primero tenemos que ser ejemplo para nuestros compañeritos. Que no nos vean nunca arrojando basuras a la calle, ni al patio de nuestro colegio a la hora de comernos algo durante el recreo, y, menos, botando basura por la ventana del bus de la ruta.

165. Busquemos siempre una caneca o guardemos la basura en nuestra lonchera o nuestro morral y desocupémosla en la casa. El mismo procedimiento lo debemos hacer cuando salgamos de paseo al campo o a algún parque: tengamos a mano una bolsa donde depositar nuestros desperdicios, para dejar esos sitios como nos gustaría verlos siempre.

166. Ahorremos papel porque éste sale de los árboles. Usemos, siempre, los cuadernos y las hojas de apuntes por ambas caras y procuremos que nos duren guardando una margen de no más de un centímetro. Eso, para que aprovechemos al máximo las hojas.

167. Si nos quedaron cuadernos de años anteriores, por favor, no los arrojemos a la basura. Podemos darle un nuevo uso destinándolos a cuadernos de tareas, a libretas de notas o a hojas para presentar exámenes. Ese mismo uso se lo podemos dar a los trabajos que presentamos y que los devolvieron ya calificados. Por el otro lado podemos escribir cosas. Todo ese papel nos sirve, también, para nuestras fotocopias en lugar de usar en ellas papel nuevo.

168. No volvamos a hacer guerra de papeles arrugados y desterramos las "bodoqueras" de nuestro colegio (esos tubitos con los que disparamos papel enroscado en forma de flecha). Piensa que cada año el planeta pierde 300 millones de toneladas de madera que se destinan a la elaboración de papel.

169. Pon en práctica en tu colegio el mismo comportamiento de ahorro de agua y energía que hemos visto en esta cartilla. No tenemos por qué dejar las llaves de los lavamanos abiertas mientras nos enjabonamos y nos cepillamos los

dientes en los baños del colegio. Apaguemos cuanto bombillo no sea necesario mientras es de día.

170. Hablemos con mamá para que no nos empaque en tanto papel (aluminio, celofán y servilletas) nuestra lonchera. Tanto empaque sólo produce basura que contamina nuestro medio ambiente, además de que, las servilletas, por ejemplo, también salen de los árboles. En lo que tiene que ver con el aluminio, éste no se degrada (es decir, cuando finalmente cumple su ciclo y es llevado con toda la basura a los rellenos sanitarios donde se entierra, no se mezcla con la tierra sino que se queda así, ahí, por cientos de años, lo que inutilizará el terreno).

171. Si cada uno de nosotros asume comportamientos como los anteriores, ya estaremos listos para organizar un club ecológico. Es fácil. Asociémonos con varios amigos de nuestro salón o de nuestro colegio y dispongámonos a trabajar. Primero, hay que escoger un tema sobre el cual vamos a centrar nuestro trabajo. Aquí te hablaremos de cuatro: reciclaje, recuperación de parques y zonas verdes de nuestro colegio y sus alrededores, sensibilización (para educar a otros niños y a los grandes acerca de cómo cuidar nuestro mundo) y cuidado de animales.

172. Empecemos: si nos vamos a dedicar al reciclaje, debemos saber que éste es un proceso de elaboración de materiales a partir de productos ya utilizados. Esto se hace para para devolverle menos basura a nuestro medio ambiente y para frenar un poco la presión que existe sobre los recursos naturales.

173. También debemos saber cómo separar las basuras. Las orgánicas hay que depositarlas en una caneca, el plástico, el papel en otra y el vidrio en otra. La basura orgánica, que corresponde a los desperdicios de comida, cáscaras y huesos, entre otros, sí se degrada al volver a la tierra y por lo tanto, no es nociva para el medio ambiente.

174. Ya conformado nuestro club ecológico (con un nombre bien especial y con la aprobación de profesores y directivas), y si nos vamos a matricular en el reciclaje, debemos hablar, entonces, con las directivas del colegio para cambiar el sistema de las canecas. Conviene, también, hablarle del tema a tus compañeros y, mientras se acostumbran a separar las basuras, colocarle un rótulo especial a cada caneca donde se diga qué tipo de basura se debe depositar allí.

175. Podemos almacenar todo el papel que ya no sirva en el colegio y pedirle a nuestros compañeros que lleven el papel periódico de la casa y las revistas viejas, para vender o regalar todo ese material. Puedes comunicarte con la Asociación Nacional de Recicladores (teléfono 3418365 en Bogotá) o hablar con alguna organización que se dedique a ello en tu localidad. Si logras venderlo, allí tendrás un dinero que puedes utilizar, por ejemplo, en la compra de canecas, o semillas y árboles para reforestar las zonas verdes de tu colegio. Igual puedes hacer con el plástico y el vidrio.

176. Ahora bien, si te suena más dedicarte a las zonas verdes, define con tu club los sitios que vas a arreglar y a reforestar. Empieza por tu colegio y las zonas verdes y parques cercanos. Elabora un mapa de cómo está la zona. Arma jornadas para recoger las basuras y cortar el prado alto y destina un sitio de esa zona para armar tu fábrica de abono.

177. El abono lo haces enterrando la basura orgánica y los residuos de pasto que podaste. En un tiempo tendrás una tierra negra perfecta para abonar los nuevos arbolitos que sembrarás con tu club.

178. Tu club debe hablar con el profe de biología para que les sugiera las mejores especies que debes sembrar. Ojalá especies nativas (papayos, aguacates, guamos), que den fruto para que lleven pajaritos a tus nuevos árboles. La meta es que cada niño siembre y cuide por lo menos 2 árboles en un año. Si son 500 tus compañeros de colegio, ya serán 1.000 los nuevos árboles que tendrá este mundo. ¡Te imaginas!

179. Si vas a trabajar con semillas, debes destinar, también, un espacio adecuado para hacer un vivero, o distribuir las semillas entre tus compañeros para que en la casa le den los cuidados necesarios al arbolito hasta que alcance unos 20 o 30 centímetros y esté listo para trasplantar. De todas formas, arma cercas, para proteger tus nuevos arbolitos una vez estén sembrados.

180. Luego viene el trabajo de mantenimiento. Recoger las basuras, podar, regar los arbolitos no es algo de una sola vez. Es permanente. Debes, por eso, involucrar a tus compañeros en esta labor, por jornadas, por salones o por brigadas.

181. En lo que tiene que ver con la sensibilización, el trabajo es muy sencillo: arma reuniones semanales o quincenales, invita a especialistas del Ministerio del Medio Ambiente, de las Corporaciones Autónomas Regionales o de organizaciones que se dedi-

quen al cuidado del medio ambiente y discutan sobre el tema. También, habla de basuras, reciclaje y ahorro de recursos naturales en tu casa, con tus papás, tus hermanos y tus amigos de la cuadra. Esta es una de las tareas más importantes en el cuidado del medio ambiente.

182. Investiga, documéntate en tu biblioteca sobre temas como capa de ozono, lluvia ácida, deforestación, calentamiento global, tráfico de animales, biodiversidad, contaminación de ríos y mares... Son temas que te sirven para sensibilizar sobre el medio ambiente a tus compañeros y a tu familia.

183. De la sensibilización también depende que, por ejemplo, estés pendiente, en la ruta, en tu cuadra, en tu colegio, de las basuras que están botadas en la calle, de los desperdicios de agua que veas generados por tubos rotos, o de bombillas de alumbrado público que veas encendidas durante el día. Anota las direcciones con mucho cuidado y comunícate inmediatamente con las autoridades respectivas para que controlen.

184. Ahora bien, si piensas dedicarte a los animales, la cosa también empieza por una actitud de sensibilidad: di NO siempre que te ofrezcan animales en la calle o a la salida del colegio. Nos parecen lindas las tortuguitas o los loros que venden, pero nuestra casa jamás se asemejará a su hábitat. Habla de ello con tus compañeros y denuncia ante las autoridades este hecho: Policía Ecológica, Corporación Autónoma Regional o, si vives en una ciudad, a los Grandes Centros Regionales (DAMA, Dagma, Dadima, etcétera).

185. Tampoco patrocines el maltrato de animales. No compres pollitos que tinturan de colores y que venden a la salida de los colegios. De la misma manera, habla con tu profesor de biología para que no se hagan disecciones de ranas y palomas. Ya venden videos sobre ello y es menos cruel que andar experimentando con los animales, porque con un video evitas el sacrificio de muchos de ellos.

186. Si tienes una mascota o decides que vas a tener una mascota en tu casa o colegio (gato, perro, conejo o pecesito) piensa primero en si tienes tiempo para darle todo el amor que necesita y si dispones del espacio necesario para que esté cómodo. Por ejemplo, si tienes un apartamento es mejor tener un par de pecesitos que un perro. Si la mascota es para el colegio, recuerda que debes disponer allí de un espacio adecuado y que debes turnarlo con tus compañeros para llevarlo a la casa los fines de semana. De todas formas, consulta primero con tus papás y profesores

187. Mascotas como perros y gatos requieren de vacunas, corte de pelo y uñas y de enseñanza especial para que no anden defecando por todas partes. Tú debes asesorarte de un veterinario para que te diga cómo y, muy seguramente, te sacará más de una cana (el animal, no el veterinario). También debes pensar que de pronto se enfermará y necesitará de cuidados y medicinas (hablamos del animal, claro).

188. Evita el ruido innecesario. El ruido también es contaminación. Bájele el volumen a la tele, al nintendo, a tu grabadora, para que no molestes a los demás.

Animales

En el mundo, el tráfico de fauna silvestre ostenta un deshonorso tercer lugar, en materia de volumen y ganancias, detrás del tráfico de drogas y el tráfico de armas. Investigaciones de Traffic Suramérica afirman que en los últimos 400 años han desaparecido ya de la Tierra 36 especies de mamíferos y unas 120 se encuentran en grave peligro de extinción. Igualmente, 130 especies de aves ya fueron aniquiladas y 345 corren dicho riesgo.

189. El respeto a las demás formas de vida es la base para entender que el hombre no es único dueño del planeta, sino que comparte espacio y recursos con otras especies. Nunca compre productos fabricados con piel, pelo, plumas, picos, uñas y demás partes de animales silvestres a no ser que tenga un certificado donde se especifique que proviene de un zoocriadero. Ojo, en Colombia los zoocriaderos sólo comercian piel de babilla, chiguire e iguana y, vivos, lobos polleros y boas. Exija la certificación.

190. No consuma alimento elaborados con productos provenientes de especies silvestres: carne de tortuga, caimán, lapa, armadillo, huevos de iguana, etcétera. Esta costumbre acaba, en Colombia, con entre 15.000 y 20.000 tortugas hicoteas, por aquello de la "carne blanca", y por lo menos con 40.000 iguanas solo en la época de Semana Santa cada año. Las iguanas son sacrificadas para sacarles sus huevos porque justo por esa época ellas desovan.

191. Ningún animal silvestre es mascota. Ni venado, ni oso, ni ti-grillo, ni micos tití. Ya estamos acostumbrados a verlos, junto con loros y guacamayas, cumpliendo esa función. Aparte de que están en extinción, no existe justificación alguna para sacar un

animal silvestre de su hábitat.

192. Denuncie estos hechos, prohibidos por la legislación colombiana, ante las Corporaciones Autónomas Regionales, la Policía Ecológica y demás autoridades competentes de cada zona del país.

193. La cacería está prohibida en Colombia. Denúnciela. Solo se aceptan la cacería para fines científicos, la de subsistencia y la de fomento, bajo un permiso especial.

194. No saque, ni capture animales de los Parques Nacionales Naturales. Es doble el delito. Como tampoco los nidos de aves. Ni siquiera los traslados de sitio.

195. Denuncie ante las entidades protectoras de la fauna el maltrato que se le da a los animales en circos, en plazas de mercado, en plazas de municipios. Ellos no son un espectáculo. Denuncie también el maltrato a caballos usados para el trabajo (zorras), y a perros callejeros.

Bibliografía

Agendas Locales Ambientales (Dama), 1994.

Colección Cartillas Programa de Educación Ambiental «Viva Bogotá Viva», 1994.

Tratado Universal del Medio Ambiente, España, 1993.

Vivir en Bogotá, 1990.

Documentos *Agua que no has de beber...* y *El Día de La Tierra*, Minambiente, Oficina Asesora de Divulgación y Prensa, 1995.

Cartilla *Mi amigo el Bosque. Prevención de Incendios Forestales*. Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, 1994.

Comentarios sobre el vivir, Krishnamurti, 1989.

Archivo Comunicados de Prensa, Oficina Asesora de Divulgación y Prensa, Minambiente.

Archivo de Prensa Biblioteca Luis Angel Arango.

Archivo de Prensa EL TIEMPO.

50 simple things you can do to save the earth, 1989.

Agencia Prensa Verde.

Dirección General Forestal y de Vida Silvestre, Estrategia Nacio-

nal del Agua, Unidad de Parques Nacionales, Minambiente.

Colombia: Ambientes y culturas. Manual para el Policía Bachiller Ambiental Minambiente, 1996.

Revista *Traffic Suramérica*, 1996.

Subdirección de Fauna y Vida Silvestre, Minambiente.

Ministro del Medio Ambiente: Juan Mayr Maldonado Viceministra: Claudia Martínez Zuleta Coordinadora grupo de Comunicaciones: Myriam Bautista González Edición: Ruby Marcela Pérez Jiménez Diseño: Beatriz Elena Flórez Manzo Ilustraciones: Wilson Garzón Mondragón Armada electrónica: José Roberto Arango R. Investigación y redacción: Ligia Consuelo Acosta Niño, Ximena López Arias, Lisandro López Martínez, Ruby Marcela Pérez Jiménez, Carlos Rangel Rueda, Yareth Rangel Vanegas, Diana Serrato Jiménez. Colaboración: Carlos Granados B. y Eliana Pineda Muñoz

Tercera edición: Mayo de 2002





100 ways to personally help the environment*

Posted by Kyle Hill in Science News

Thankfully, much of the developed world is adopting “green” approaches to everything from construction, to business models, to energy, to job creation, to utilities operation and so on. Because of this movement (even I have a degree in environmental engineering), people are always eager to implement their own green techniques in order to do their part to conserve our precious home-world (if not to just have the smug Al Gore-esque satisfaction). What I have outlined below (with help from various websites) are 100 ways to personally help the environment. Do your part!

Your Home – Conserve Energy

1. Clean or replace air filters in your air conditioning unit at least once a month.
2. If you have central air conditioning, close vents in unused rooms.
3. Lower the thermostat on your water heater to a reasonable temperature like 120 degrees Fahrenheit.
4. Wrap your water heater in an insulated blanket.
5. Turn down or shut off your water heater when you will be away for extended periods.
6. Turn off unneeded lights or when leaving a room.
7. Set your refrigerator temperature at a level that will maintain freshness without sacrificing energy (36 to 38 degrees and your freezer at 0 to 5).
8. When using an oven, minimize door opening while it is in use; it reduces oven temperature by 25 to 30 degrees every time you open the door.
9. Clean the lint filter in your dryer after every load so that it uses less energy to remove said lint (eliminate blockages).
10. Unplug seldom used appliances, even an unused power strip uses energy while plugged in!
11. Use a microwave whenever you can instead of a conventional oven or stove.
12. Wash clothes with warm or cold water instead of hot water.
13. Reverse your indoor ceiling fans for summer and winter operations as recommended (utilizing the rising and settling of air).
14. Turn off lights, computers, and other appliances when not in use.

15. Purchase appliances and office equipment with the Energy Star Label; old refrigerators, for example, use up to 50% more electricity than newer models.

16. Only use electric appliances when you need them (i.e. you don't need the lights on to walk down your hallway every time).

17. Use compact fluorescent light bulbs to save money and energy.

18. Keep your thermostat at temperatures that will minimize equilibrium re-heating such as 68 in winter and 78 in summer.

19. Keep your thermostat higher in summer and lower in winter when you are away.

20. Insulate your home as best as you can.

21. Install weather stripping around all doors and windows.

22. Shut off all electrical equipment in the evening when you leave work.

23. Plant trees to shade your home (helping cooling costs).

24. Shade outside air conditioning units by trees or other means.

25. Replace old windows with energy-efficient ones.

26. Use cold water instead of warm or hot water when possible.

27. Connect your outdoor lights to a shut-off timer.

28. Buy green electricity – electricity produced by low or even zero-pollution facilities

In Your Home-Reduce Toxicity

29. Eliminate mercury from your home by purchasing items without mercury, and dispose of items containing mercury at an appropriate drop-off facility when necessary (e.g. old thermometers).

30. Learn about alternatives to household cleaning items that do not use hazardous chemicals.

31. Buy the right amount of paint for the job (where do you think all that unused paint goes when you dump it?)

32. Review labels of household cleaners you use. Consider alternatives like baking soda, scouring pads, water, or a little more elbow grease.

33. When no good alternatives exist to a toxic item, find the least amount required for an effective, sanitary result.

34. If you have an older home, have paint in your home tested for lead. If you have lead-based paint, cover it with wall paper or other material instead of

*<https://sciencebasedlife.wordpress.com/2010/12/30/10-ways-to-personally-help-the-environment/>

sanding it or burning it off.

35. Use traps instead of rat and mouse poisons and insecticides.

36. Have your home tested for radon.

37. Use cedar chips or aromatic herbs instead of mothballs.

In Your Yard

38. Avoid using leaf blowers and other dust-producing equipment.

39. Use an electric lawn-mower instead of a gas-powered one.

40. Leave grass clippings on the yard—they decompose and return nutrients to the soil.

41. Use recycled wood chips as mulch to keep weeds down, retain moisture and prevent erosion.

42. Use only the required amount of fertilizer.

43. Minimize pesticide use.

44. Create a wildlife habitat in your yard.

45. Water grass early in the morning, taking advantage of low-flow/demand hours for water.

46. Rent or borrow items like ladders, chain saws, party decorations and others that are rarely used.

47. Take actions that use non-hazardous components (e.g., to ward off pests, plant marigolds in a garden instead of using pesticide).

48. Put leaves in a compost heap instead of burning them or throwing them away. Yard debris too large for your compost bin should be taken to a yard-debris recycler.

In Your Office

49. Copy and print on both sides of paper.

50. Reuse items like envelopes, folders and paper clips.

51. Use mailer sheets for interoffice mail instead of an envelope.

Use mailer sheets for interoffice mail instead of an envelope.

52. Set up a bulletin board for memos instead of sending a copy to each employee.

53. Use e-mail instead of paper correspondence.

54. Use recycled paper.

55. Use discarded paper for scrap paper.

56. Encourage your school and/or company to print documents with soy-based inks, which are less toxic.

57. Use a ceramic coffee mug instead of a disposable cup.

Ways To Protect Our Air

58. Ask your employer to consider flexible work schedules or telecommuting (to reduce driving pollution).

59. Recycle printer cartridges.

60. Shut off electrical equipment in the evening when you leave work.

61. Report smoking vehicles to your local air agency.

62. Don't use your wood stove or fireplace when air quality is poor.

63. Avoid slow-burning, smoldering fires. They produce the largest amount of pollution.

64. Burn seasoned wood — it burns cleaner than green wood.

65. Use solar power for home and water heating.

66. Use low-VOC (volatile organic carbon) water-based paints, stains, finishes and paint strippers.

67. Purchase radial tires and keep them properly inflated for your vehicle (increasing fuel efficiency).

68. Paint with brushes or rollers instead of using spray paints to minimize harmful emissions.

69. Ignite charcoal barbecues with an electric probe or other alternative to lighter fluid.

70. If you use a wood stove, use one sold after 1990. They are required to meet federal emissions standards and are more efficient and cleaner burning.

71. Walk or ride your bike instead of driving, whenever possible.

72. Join a carpool to get to work.

Ways to Use Less Water

73. Check and fix any water leaks.

74. Install water-saving devices on your faucets and toilets.

75. Don't wash dishes with the water running continuously.

76. Wash and dry only full loads of laundry and dishes.

77. Follow your community's water use restrictions or guidelines.

78. Install a low-flow shower head.

79. Replace old toilets with new ones that use less water.

80. Turn off your washing machine's water supply when not in

use to prevent leaks.

Ways to Protect Our Water

81. Re-vegetate or mulch disturbed soil as soon as possible.

82. Never dump anything down a storm drain.

83. Have your septic tank pumped and system inspected regularly.

84. Check your car for oil or other leaks, and recycle used motor oil.

85. Take your car to a car wash instead of washing it in the driveway.

86. Learn about your watershed

Create Less Trash

87. Buy items in bulk from loose bins when possible to reduce the packaging wasted.

88. Avoid products with several layers of packaging when only one is sufficient. About 33% of what we throw away is packaging.

89. Buy products that you can reuse.

90. Maintain and repair durable products instead of buying new ones.

91. Check reports for products that are easily repaired and have low breakdown rates.

92. Reuse items like bags and containers when possible.

93. Use washable cloth napkins instead of paper ones.

94. Use reusable plates and utensils instead of disposable ones.

95. Use reusable containers to store food instead of aluminum foil and cling wrap.

96. Shop with a canvas bag instead of using paper and plastic bags.

97. Buy rechargeable batteries for devices used frequently.

98. Reuse packaging cartons and shipping materials. Old newspapers make great packaging material.

99. Compost your vegetable scraps.

100. Buy used furniture — there is a surplus of it, and it is much cheaper than new furniture.



8 fotos impactantes del cambio climático que te van a hacer reflexionar*

El cambio climático, en el que se incluye el calentamiento global, es un proceso que estamos transitando, aún con mayor intensidad en los últimos años.

1. Estas son las capas de hielo de Antártica y Groenlandia, que han disminuido de manera extraordinaria en los últimos años. Según la NASA, se perdieron entre 150 y 250 kilómetros cúbicos de hielo por año, entre 2002 y 2006, en Groenlandia. Mientras que en Antártica, hay 152 km³ menos, en la misma franja temporal.



Foto: Mario Tama

2. El río Pilcomayo, cuyo caudal separa el límite entre la Argentina y Paraguay, está transitando por una sequía intensa, la peor en 20 años. Actualmente, se convirtió en un lugar lleno de lo-



Foto: Norberto Duarte

dazales, cuando era un afluente increíble para la región. Se registró que se murieron casi el 98% de los cocodrilos del área.

3. El volumen de glaciares europeos podría disminuir entre un 22% y un 89% para el 2100, según la Agencia Europea de Medio Ambiente.



Foto: Sean Gallup

4. Nueva Delhi, India decidió reducir sus emisiones, ya que es el tercer emisor de carbono más grande del planeta Tierra.



Foto: Roberto Schmidt

Esta es una vista aérea de Nueva Delhi, India, el tercer emisor de carbono más grande del mundo. India es parte del Acuerdo de París sobre el cambio climático y se ha comprometido públicamente a reducir sus emisiones.

*<https://www.mundotkm.com/actualidad/2018/03/08/8-fotos-impactantes-del-cambio-climatico-que-te-van-a-hacer-reflexionar/>

5. La zona de Upper Ncema, Zimbabwe, es una de las más áridas y, actualmente, está por debajo del 2% de su capacidad, gracias a la gran sequía.



Foto: Zinyange Auntony

Una vaca pasta en una de las zonas cada vez más áridas de Zimbabwe, la presa desmantelada de Upper Ncema, que ahora está por debajo del 2% de su capacidad debido a la sequía.

6. El embalse en el Lago Folsom, California, Estados Unidos, quedó completamente seco, en el 2013, por la falta de lluvias.



Fuente: Recreo Viral



7. La Cordillera Frontal, en Colorado, Estados Unidos, fue impactada por extraordinarias inundaciones, nunca antes vistas en la zona. Miles de personas tuvieron que ser evacuadas.



Fuente: Recreo Viral

Miles de evacuados en Colorado cuando inundaciones impactan la Cordillera Frontal (Front Range); aquí vemos una cascada destruyendo un puente sobre la autopista 34.

8. La tormenta de polvo Haboob-en árabe, “viento impestuoso”- sacudió a Phoenix, Arizona, Estados Unidos. Fue la primera de la historia en ese lugar.

Una tormenta de polvo llamada Haboob, que en Árabe significa “viento impetuoso”, en Phoenix Arizona



Fuente: Recreo Viral

Tomado de:
https://es.123rf.com/photo_75459224_para-el-calentamiento-global-car%C3%A1cter-del-planeta-tierra-ilustraci%C3%B3n-.html



Mitigação do clima tem um aliado sem reconhecimento ou direitos territoriais: os povos indígenas dos países tropicais*

por Justin Catanoso em 18 Outubro 2018 | Translated by Isadora Veiga

•Pesquisadores lançaram o que eles consideram “a avaliação mais abrangente até o momento sobre armazenamento de carbono” em áreas florestais ocupadas por povos indígenas e comunidades locais em 64 países tropicais. Uma das principais descobertas da pesquisa é o fato de os povos indígenas administrarem a terra com muito mais competência que os governos de seus países.

•Segundo o estudo, liderado pela Iniciativa para Direitos e Recursos (em inglês, Rights and Resources International, ou RRI), os povos indígenas gerenciam quase 300 bilhões de toneladas métricas de carbono armazenadas abaixo e acima do solo em suas terras. O estudo descobriu que esse carbono sequestrado equivale a 33 anos de emissões mundiais tendo como referência o ano de 2017.

•O lançamento do estudo foi programado para coincidir com a abertura da Cúpula Global de Ação Climática no dia 12 de setembro. O evento de três dias aconteceu em São Francisco e foi organizado pelo governador da Califórnia, Jerry Brown, e pelo ex-prefeito de Nova York Michael Bloomberg. A relação entre direitos indígenas e proteção ambiental prometeu ser um dos pontos altos da cúpula.

À medida que o aquecimento global continua sobrepulando a morna resposta internacional, vários ambientalistas estão se unindo com o objetivo de exigir plenos direitos e reconhecimento para aqueles que há muito estão associados à administração da terra ligada à mitigação das alterações climáticas: os povos indígenas.

No dia 10 de setembro, pesquisadores lançaram o que eles consideram “a avaliação mais abrangente até o momento sobre armazenamento de carbono” em áreas florestais ocupadas por povos indígenas e comunidades locais em 64 países tropicais. Uma das principais descobertas da pesquisa é o fato de os povos indígenas administrarem a terra com muito mais competência que os governos de seus países.

As comunidades indígenas muitas vezes se esforçam para manter as florestas intactas, o que resulta no aprisionamento do carbono nas árvores, vegetação, raízes e solo em vez da sua liberação na atmosfera por meio do desflorestamento e da perturbação do solo devida a práticas de agropecuária, mineração ou extração de madeira.

Na verdade, segundo o estudo liderado pela Iniciativa para Direitos e Recursos (em inglês, Rights and Resources International, ou RRI), os povos indígenas ad-

ministram quase 300 bilhões de toneladas métricas de carbono armazenadas abaixo e acima do solo em suas terras. O estudo descobriu que esse carbono sequestrado equivale a 33 anos de emissões mundiais tendo como referência o ano de 2017.

Os resultados foram revelados no mesmo dia em que o secretário-geral das Nações Unidas, Antonio Guterres, censurou a paralisia das lideranças globais em relação às ações climáticas enquanto os impactos – condições climáticas extremas, elevação do nível do mar, incêndios florestais, degradação dos oceanos, desflorestamento – continuam avançando. Na semana passada, após negociações mornas em Bangkok, na Tailândia, ele fez um apelo a todas as nações para que intensifiquem seus esforços.

O estudo liderado pela RRI teve como objetivo destacar o papel que os povos indígenas desempenham em seus próprios países quando se trata de ação climática por meio do melhoramento da proteção e da administração de terras e florestas. Os autores observam que os índices de desflorestamento são significativamente mais baixos nas terras ocupadas por populações nativas, mas os governos muitas vezes não reconhecem os direitos legais desses povos, ameaçando assim sua capacidade de administrá-las. Essa situação também pode prejudicar os compromissos firmados por esses países no Acordo de Paris de 2015 no que diz respeito à redução da emissão de carbono e do desflorestamento.

“Indicadores da última década mostram que os governos dos países em desenvolvimento e a comunidade internacional não estão agindo com a rapidez suficiente para reconhecer e consolidar os direitos dos povos das florestas”, declarou Alain Frechette, autor da análise de carbono e diretor de análise estratégica e envolvimento global da RRI. “No mínimo um terço do carbono administrado por comunidades em países tropicais e subtropicais está situado nas florestas, onde os principais guardiões carecem de títulos, fato que os coloca em grande risco juntamente com as florestas e o carbono que elas armazenam.”

Da floresta para os holofotes

O lançamento do estudo foi programado para coincidir com a abertura da Cúpula Global de Ação Climática no dia 12 de setembro. O evento de três dias aconteceu em São Francisco e foi organizado pelo governador da Califórnia, Jerry Brown, e pelo ex-prefeito de Nova York

*<https://pt.mongabay.com/2018/10/mitigacao-do-clima-tem-um-aliado-sem-reconhecimento-ou-direitos-territoriais-os-povos-indigenas-dos-paises-tropicais/>

Michael Bloomberg.

Eles são co-fundadores da coligação We Are Still In (ainda estamos participando, em tradução livre), um conjunto de estados, cidades, universidades e empresas que prometeram assegurar que os EUA honrem os compromissos firmados no Acordo de Paris para redução de emissões, ainda que o governo Trump tenha interrompido as ações climáticas em nível federal.

O progresso internacional, planos e obstáculos dessas entidades – conhecidas como subnacionais – para a ação climática seria o foco da cúpula de São Francisco. A relação entre direitos indígenas e proteção ambiental prometeu ser um dos pontos altos da cúpula.

Em 11 de setembro, por exemplo, governadores de 38 jurisdições em 5 continentes se reuniram com líderes indígenas para dar início a uma parceria visando à redução dos índices de desflorestamento e à preservação dos direitos das terras nativas. A expectativa era de que importantes fundações norte-americanas, como a Fundação Ford de 13 bilhões de dólares, reforçassem o time pela primeira vez, direcionando milhões de dólares ao financiamento de projetos de proteção de florestas e ação climática.

O cenário demanda ações urgentes, pois o ano de 2017:

- Foi o segundo ano mais quente desde o início das medições em 1880.
- Foi um ano em que as emissões de gases de efeito estufa alcançaram um nível recorde.
- Foi classificado como o segundo pior ano da história em termos de desflorestamento, com uma área desmatada de tamanho equivalente à Grécia.
- Testemunhou o assassinato de 207 defensores ambientais em 22 países, mortos ao tentarem interromper atividades ilegais em suas terras, como mineração, extração de madeira, caça e perfuração de poços.

É por esse motivo que os defensores afirmam que o estudo de gestão de terras indígenas liderado pela RRI é ao mesmo tempo oportuno e indispensável.

Peter Veit, diretor da iniciativa Land and Resource Rights (Direitos à terra e a recursos naturais, em tradução livre) do Instituto de Recursos Mundiais, disse à Mongabay que “as análises econômicas deixam claro que as terras de povos indígenas que são protegidas e tituladas, principalmente na América Latina, onde os dados são mais abundantes, têm índices de desflorestamento três ou quatro vezes menores que áreas semelhantes que não são ocupadas por povos indígenas. Obter o título da terra é fundamental.”

Peter contribuiu para o estudo fazendo parte de um grupo de pesquisa chamado LandMark. O estudo também contou com contribuições de pesquisas do Environmental Defense Fund, Woods Hole Research Center e três organizações indígenas. O estudo de mapas e demarcações revelou que somente 15% das terras indígenas são tituladas aos habitantes das florestas dos países avaliados.

Sem garantia de proteção

John Knox, professor de direito da Universidade Wake Forest, completou recentemente seis anos de atuação como relator especial sobre direitos humanos e meio ambiente da ONU. Segundo ele, a titulação de terras a povos indígenas – geralmente terras que já pertenceram a eles – não é garantia de proteção ou conservação permanente e nem deveria ser.

John acrescenta que “povos indígenas têm o direito de controlar o território que ocupavam tradicionalmente com base em seus direitos legais. Não é algo que deva ser concedido simplesmente porque achamos que serão bons guardiões ambientais. Eles têm direitos implícitos baseados em seus direitos humanos. Assim como acontece com outros proprietários de terras, eles podem decidir utilizar a terra de determinadas maneiras.”

Alguns exemplos podem ser vistos no Brasil, onde seis comunidades nativas foram multadas pelo governo recentemente por realizarem práticas agrícolas proibidas em reservas. Enquanto isso, na Amazônia peruana, uma tribo indígena na região de Madre de Dios está limpando grandes faixas de terra usadas para mine-

ração. A tribo coopera com os ambientalistas para ajudar a reflorestar suas terras depois que a mineração for transferida para outra região.

Segundo John, esses exemplos não são nem surpreendentes nem comuns. Ele diz que, na qualidade de proprietários de terras tituladas, os povos indígenas devem estar sujeitos às normas e restrições governamentais.

“Minha experiência com povos indígenas mostra que eles não estão desesperados para derrubar árvores e estabelecer uma indústria pesada”, acrescentou John. “Eles são melhores administradores da terra porque vivem lá e valorizam mais a sustentabilidade da terra em longo prazo do que as pessoas que vêm de fora e veem a terra principalmente como fonte de recursos naturais que podem ser explorados.”

No Woods Hole Research Center, um centro de pesquisas nos EUA, o ecologista e especialista em sensoriamento remoto Wayne Walker contribui para o estudo com modelagem computadorizada. Ele afirmou que as conclusões que apontam para a necessidade de um controle indígena legalizado das florestas que esses povos ocupam são “moleza” para os governos federais dispostos a combater a mudança climática.

Com isso, Wayne reconhece que nações em desenvolvimento, geralmente assoladas por corrupção governamental, lutam para equilibrar a conservação do meio ambiente com a pressão para monetizar seus recursos naturais.

“O que podemos fazer no momento é esclarecer da melhor forma possível, em termos quantitativos, o papel que os povos indígenas representam para a mitigação do clima”, disse Wayne à Mongabay. “Não haverá nenhum momento decisivo em que todos os países do mundo vão aderir a essas questões ao mesmo tempo. Mas com sorte, aos poucos, antes do esperado, a mudança começará a acontecer.” 



COLABORADORES VOLUMEN 46

COLLABORATORS VOLUME 46

COLABORADORES VOLUME 46

Alejandra Leal Guzmán	Antrop°	Dra. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	aleal@funvisis.gob.ve
Francisco Bongiorno	Ing°Geo°	Dr. Universidad de Los Andes	franciscobongiorno@gmail.com
Franck Audemard M.	Ing°Geó°	Dr. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	faudemard@funvisis.gob.ve
Franco Urbani	Geó°	PhD Universidad Central de Venezuela	urbanifranco@yahoo.com
Guillermo Tinoco	Ing°Ind°	PhD Fundageominas	gatinocom@cantv.net
Inirida Rodríguez	Ing°Geof°	PhD Universidad Central de Venezuela	iniridomil@gmail.com
Jaime Alberto Huamán Montes	Ing°Min°	Dr. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	jhuamanmontes@yahoo.com.mx
José Rafael Zaá Méndez		Dr. Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos" (UNERG)	joserafaelzaa@hotmail.com
Manuel Guzmán	Ing°Agrón°	Dr. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Portuguesa	manuelguzman1983@gmail.com
Norly Thairis Belandria Rodríguez	Ing°Geo°	Dra. Universidad de Los Andes	nbelandria@ula.ve
Omar Guerrero	Geog°	Dr. Universidad de Los Andes	omarguerrero1231@gmail.com
Patxi Viscarret	Ing°Geó°	Dr. Universidad de Los Andes	patxi@ula.ve
Wilmer Fermín		PhD Universidad de Oriente	
Wilver Contreras	Arq°	Dr. Universidad de Los Andes	wilvercontrerasmiranda@gmail.com
Aniceth Reina	Ing°Agrón°	MSc Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Portuguesa	aniceth@hotmail.com
Annie Lobo	Ing°Quím°	MSc Venezolana de Teleféricos C. A.	annielobo78@gmail.com
César Paulino Pérez Silva		MSc Universidad Tecnológica del Centro (UNITEC)	perez777@gmail.com
Dayana Arroyo	Ing°Agrón°	MSc Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Portuguesa	dava2a16@gmail.com
Enzo Caraballo	Ing°Geó°	MSc Universidad Central de Venezuela	ehcr1982@gmail.com
Gerardo Pineda	Ing°For°	MSc Instituto Nacional de Parques (INPARQUES)	goineda27@gmail.com
Gisela Silva	Ing°Geó°	MSc Universidad de Oriente	giselasilva77@gmail.com
Habib A. Tajan M.	Prof°CsTierra°	MSc Universidad de Los Andes	habibtajan@gmail.com
Jesús Avila Melean	Ing°Agrón°	MSc Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola del estado Portuguesa	javilaster@gmail.com
Juan Y. López C.	Bio°	MSc Universidad de Oriente	juanlopez358@hotmail.com
Julio César Rodríguez Reyes	Lcd°Biol°	MSc Universidad de Oriente	juliorod58@gmail.com
Lenis Prado	Licda°Quím°	MSc Universidad de Los Andes	leniscarlap@gmail.com
María Gamboa	Ing°Petró°	MSc Universidad de Oriente	mgamboa@udo.edu.ve
Pedro J. López Guaimacuto	Bio°	MSc Universidad de Oriente	pedro.lopez@ne.udo.edu.ve
Pedro Salazar	Ing°Agrón°	MSc Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora"	pesala59@gmail.com
Raquel Vásquez Stanesco	Licd°Fís°	MSc Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	rvasquez@funvisis.gob.ve
Ronald Jiménez	Ing°Agrón°	MSc Libre ejercicio	rjit2003@gmail.com
Rosibeth Toro	Ing°Geó°	MSc Universidad de Los Andes	ingrosibethoro@gmail.com
Rubén Vega	Ing°Mec°	MSc Universidad de Oriente	rvegas@udo.edu.ve
Sebastián Grande	Ing°	MSc Universidad Central de Venezuela	sgrande52@gmail.com
Anicisi Uzcátegui	Ing°Geó°	Esp. Universidad de Los Andes	anicisi@ula.ve
Jesús Emilio Sánchez	Ing°Geo°	Esp. Universidad de Los Andes	emiliosanchez5@yahoo.com.mx
Ignacio Mederos	Ing°Geof°	Esp. Universidad Central de Venezuela	ignacio.mederos@ucv.ve
Leonardo Rafael García Figueroa	Econ°	Esp. Universidad Nacional Experimental de Caracas	lgarciaf20@gmail.com
Noel Mariño Pardo	Ing°Geó°	Esp Libre Ejercicio	nmarinop@gmail.com
Víctor González	Ing°Min°	Esp Universidad de Oriente	viktordg@yahoo.es
Yarulsi Á. García G.	Ing°Min°	DEA Universidad de Oriente	yarulsigarcia@yahoo.com
Andrea Vielma	Ing°Geó°	Libre ejercicio	flosferry135@gmail.com
Dayribeth Rivas	Ing°Geó°	Libre Ejercicio	davri04@gmail.com
Diana Chourio	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	ing.dianachourio@gmail.com
Eder Mattié	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	edermattie@gmail.com
Eduardo Rojas	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	joseuzactequi08.1986@gmail.com
Enrique Fernández	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	enrique_30065@hotmail.es
Jesús Guzmán	Ing°Qui°	Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño"	zheninjaschumimaru@gmail.com
Jesús Peña	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	rodriguez.arteaqa@gmail.com
José A. Rodríguez	Ing°Geó°	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas	jcv_mata@hotmail.com
Julio Velásquez	Ing°Petró°	Libre Ejercicio	karlamartidiz@hotmail.com
Karla J. Martínez D.	Prof°CsTierra°	Libre Ejercicio	katmor19@gmail.com
Katherin Montilva	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	lulavila.la@gmail.com
Lourdes M. Ávila L.	Ing°Qui°	Universidad de Oriente	sancataldo65@gmail.com
María Marta Anzalone	Lcd°Educ°Agrop°	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Portuguesa	Marielvis9@hotmail.com
Marielis Ruiz	Ing°Petró°	Libre Ejercicio	miguel061290@gmail.com
Miguel Madroñero	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	nazaret_q@hotmail.com
Nazareth Quintanillo	Ing°Geó°	Universidad de Los Andes	nexxysherrera@gmail.com
Nexxys Herrera	Ing°Geó°	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET)	omarquerrero.camargo2@gmail.com
Omar A. Guerrero C.	Ing°Civ°	Libre ejercicio	

CONTENIDO TEMÁTICO

VOLUMEN 46

TABLE OF CONTENTS BY THEME VOLUME 46

CONTEÚDO TEMÁTICO VOLUME 46

- 189 Agronomía**
Evaluación del efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad de la fibra de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).
Evaluation of the effect of two tillage systems on yield, its components and the quality of cotton fiber (Gossypium hirsutum L.).
Avaliação do efeito de dois sistemas de plantio direto sobre o rendimento, seus componentes e a qualidade da fibra do algodão (Gossypium hirsutum L.).
Aniceth Reina, Manuel Guzmán, Jesús Ávila M., María M. Anzalone
- 219** Uso de materia orgánica para formar sustratos en plantas de café (*Coffea arabica* L.) que mejoren su desarrollo en la fase de vivero 2. Ganancia de peso seco y variación en la composición química del sustrato, capacidad de almacenamiento de humedad.
Use of organic matter to form substrates in coffee plants (Coffea arabica L.) that improve their development in the nursery stage 2. Increased of dry weight and variation in the substrate chemical composition, moisture storage capacity.
Uso de matéria orgânica para formação de substratos em cafeeiros (Coffea arabica L.) que melhorem o seu desenvolvimento na fase de viveiro 2. Ganho de peso seco e variação na composição química do substrato, capacidade de armazenamento de umidade.
Dayana Arroyo, Pedro Salazar, Ronald Jiménez, Jesús Ávila M.
- 17 Ambiente**
Impacto sobre agua generado por la adición de fluidos de perforación base aceite natural de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y soya (*Glycine max*).
Impact on water generated by the addition of base drilling fluids natural oil of palma aceitera (Elaeis guineensis) and soya (Glycine max).
Impacto sobre água gerada pela adição de fluidos de perfuração base óleo natural de palma de óleo (Elaeis guineensis) e soja (Glycine max).
Ruben Vega, Marielvis Ruíz, Julio Velásquez, María Gamboa
- 79** Desempeño de celdas de combustible microbiana para la remoción de materia orgánica y la generación de electricidad a partir de aguas residuales.
Microbial fuel cell performance for removal of organic matter and electricity generation from wastewater.
Desempenho de celas de combustível microbiana para a remoção de matéria orgânica e a geração de eletricidade a partir de águas residuais.
P. J. López G., J. Guzmán, J. Y. López C., L. M. Ávila L., J. C. Rodríguez
- 155** El comportamiento socio ambiental como factor en la inversión de los proyectos mineros en la provincia de Lucanas y Sucre, región de Ayacucho, Perú.
Environmental partner behavior as a factor in the investment of mining projects at Lucanas and Sucre provinces, Ayacucho region, Peru.
O comportamento sócio-ambiental como um fator no investimento de projetos de mineração na província de Lucanas e Sucre, região de Ayacucho, Peru.
Jaime Alberto Huamán Montes
- 179** Calidad físico-química, bacteriológica y densidad de bacterias sulfato-reductoras en aguas residuales de plantas de tratamiento del estado Nueva Esparta.
Physico-chemical and bacteriological quality, and sulfate-reducing bacteria in wastewater of treatment plants at Nueva Esparta state.
Qualidade físico-química, bacteriológica e densidade de bactérias redutoras de sulfato em águas residuais de estações de tratamento no estado de Nueva Esparta.
P. J. López G., J. Rodríguez, W. Fermín, J. Y. López, L. Ávila, E. Martínez, J. Barreto
- 183 Botánica**
Hipótesis de filogenia para la familia Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, con respecto a Abolboda-ceae Nakai (1943). Utilizando el marcador RBCL y *Welwitschia mirabilis* como grupo externo.
Hypothesis of filogenia for the family Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, respect to Abolbodaceae Nakai (1943). Using RBCL marker and Welwitschia mirabilis as an external group.
Hipóteses de filogenia para família Xyridaceae C.Agardh (1823), nom. Cons, sobre Abolbodaceae Nakai (1943). Usando o marcador mirabilis RBCL e Welwitschia como desviante.
Habib A. Tajan M.
- 97 Calidad**
Método Coaching APIC (Analiza, Planifica, Identifica y Crea) bajo la gestión de la calidad total.
APIC (Analyze, Plan, Identify and Create) Coaching Method under the management of total quality.
Método Coaching APIC (Analisa, Planifica, Identifica e Cria) baixo o gerenciamento da qualidade total.
Leonardo Rafael García Figueroa

75 Concentración de minerales

Determinación del grado de recuperación metalúrgica de titanio (Ti) contenido en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar.

Determination of the degree of metallurgical recovery of titanium (Ti) contained in tailings sands produced in small gold mining, in Las Claritas sector, Sifontes municipality, Bolivar state.

Determinação do grau de recuperação metalúrgica de titânio (Ti) contido nas areias de rejeitos produzidas na pequena mineração de ouro, no setor Las Claritas, município Sifontes, estado Bolívar.

Gisela Silva, Víctor González, Yarulsi García

195 Determinación del grado de recuperación metalúrgica de vanadio (V) contenidos en las arenas de relaves producidas en la pequeña minería de oro, en el sector Las Claritas, municipio Sifontes, estado Bolívar.

Determination of degree of metallurgical recovery of vanadium (V) contained in tailings sands produced in small gold mining, at Las Claritas sector, Sifontes municipality, Bolivar state.

Determinação do grau de recuperação metalúrgica de vanádio (V) contido nas areias de rejeitos produzidos na mineração artesanal de ouro, em sector Las Claritas, município de Sifontes, estado Bolívar.

Víctor González, Yarulsi García, Gisela Silva

3 Entrevista

Petro-activo ¿cripto-activo?

J. R. Zaá M., C. P. Pérez S. G. Tinoco M.

201 Estabilidad de taludes

Análisis geotécnico para el control de erosión en la estación Loma Redonda, sistema teleférico de Mérida, Venezuela.

Geotechnical analysis for erosion control in Loma Redonda station, cable car system of Merida, Venezuela.

Análise Geotécnica para o controle da erosão na Loma Redonda, estação de sistema de teleférico de Mérida, Venezuela.

N. Quintanillo, J. Peña, N. Blandria, A. Lobo, F. Bongiorno

163 Geofísica

Modelado gravimétrico-magnético de la región Farriar-Morón, Venezuela.

Geophysical modeling of Farriar-Moron region at Yaracuy and Carabobo states, Venezuela.

Modelagem Gravimétrico-magnético da região Farriar-Moron, Venezuela.

Ignacio Mederos, Inírida Rodríguez

41 Geohidromorfología

Aplicación de métodos geofísicos y geoquímicos en la solución de problemas hidrogeomorfológicos y geotécnicos de estabilidad de taludes: caso Monte Bello – Av. Los Próceres, Mérida – Venezuela.

Application of geophysical and geochemical methods in the solution of hydrogeomorphological and geotechnical problems of slope stability: case Monte Bello - Av. Los Proceres, Merida – Venezuela.

Aplicativo de métodos geofísicos e geoquímicos na solução de problemas hidrogeomorfológicos e geotécnicos de estabilidade de taludes: caso Monte Bello – Av. Los Próceres, Mérida – Venezuela.

O. Guerrero C., R. Toro, O. Guerrero, J. Sánchez, E. Fernández, A. Uzcátegui, L. Prado

239 Geología de superficie

Levantamiento geológico de superficie de la zona comprendida entre el sector La González y San Juan de Lagunillas, municipio Sucre, estado Mérida.

Geological survey of the zone comprised between La Gonzalez and San Juan de Lagunillas sector, located in Sucre's town, at Merida state.

Levantamento geológico da área entre o setor de La González e San Juan de Lagunillas, município de Sucre, estado de Mérida.

Diana Chourio, Andrea Vielma, Patxi Viscarret

211 Geomorfología

Geomorfología de antiguos sistemas de humedales de la subcuenca alta de río Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: Estudio de caso.

Geomorphology of ancient wetland systems of upper sub-basin Chama river, San Rafael de Mucuchies, Merida - Venezuela: Case study.

Geomorfologia dos antigos sistemas de zonas húmidas na bacia da rio Chama, San Rafael de Mucuchíes, Mérida - Venezuela: estudo de caso.

J. E. Sánchez, O. Guerrero, K. Montilva, E. Mattie

83 Hidrogeología

Hidrogeología del sistema lacustre de Laguna de Urao. Lagunillas. Estado Mérida, Venezuela: Implicaciones ambientales.

Hydrogeology of the lacustrine system of Laguna de Urao. Lagunillas. Merida state, Venezuela: Environmental implications.

Hidrogeologia do sistema lacustre da Laguna de Urao. Lagunillas. Estado Mérida, Venezuela: Envolvimentos ambientais.

O. A. Guerrero, G. Pineda, W. Contreras, J. Sánchez, L. Prado, M. Madroñero, E. Rojas

51 Legislación

Ley constitucional del régimen tributario para el desarrollo soberano del arco minero.

Constitutional law of tax regime for sovereign development of mining arch.

Lei constitucional do regime tributário para o desenvolvimento soberano do arco mineiro.

Asamblea Nacional Constituyente

35 Paleontología

Consideraciones preliminares sobre aspectos paleobiogeográficos y paleoecológicos de graptolitos del Ordovícico Superior en el flanco surandino de Venezuela.

Preliminary considerations about paleobiogeographics and paleoecological aspects of graptolites of Upper Ordovician at Venezuela south Andean side.

Considerações preliminares sobre aspectos paleobiogeográficos e paleoecológicos de graptolitos do Ordoviciano Superior no flanco sul andino de Venezuela.

Nexxys Carolina Herrera Sánchez

Panorámica ambiental

22 6 apuntes para saber qué ha pasado en la COP23 de un vistazo.

53 ¿Qué nos dejó la COP23?

55 *The Paris Agreement, COP-23, and Equity Going Forward.*

57 *Ritmo das mudanças climáticas é 'ameaça existencial para o planeta', alerta ONU.*

59 *CO₂ emissions (metric tons per capita).*

71 *Insider Perspective: COP23 in Bonn.*

106 *Aumentar resiliência de sociedades latino-americanas e caribenhas é chave para Agenda 2030.*

121 El revolucionario experimento de Islandia que "digiére" emisiones de carbono para convertirlas en rocas... para siempre.

127 *Como usar a economia circular para sua empresa gerar renda?*

129 *Climate change. Cambio climático.*

131 Las señales de que el cambio climático perdió totalmente el control en 2017.

133 *New Satellite Data Reveals Progress: Global Gas Flaring Declined in 2017.*

137 *7 ideias para reduzir o consumo de plástico no dia a dia.*

194 *7 facts on the oil sands and the environment.*

200 Más de 100 maneras para salvar el medio ambiente.

245 *100 ways to personally help the environment.*

255 8 fotos impactantes del cambio climático que te van a hacer reflexionar.

257 *Mitigação do clima tem um aliado sem reconhecimento ou direitos territoriais: os povos indígenas dos países tropicais.*

Petrología

23 Consideraciones petrologías de unidades igneo-metamórficas, sector pico Pan de Azúcar, páramo de La Culata, Mérida, Venezuela.

Petrologyc considerations of igneous-metamorphics units, peak "Pan de Azúcar" sector, "La Culata" paramo, Mérida, Venezuela.

Considerações petrologías de unidades igneo-metamórficas, sector bico "Pan de Azúcar", páramo "La Culata", Mérida, Venezuela.

Patxi Viscarret, Dayribeth Rivas, Diana Chourio

Revisión

9 Recursos naturales, "criptomonedas", aproximación al blockchain.

Natural resources, crypto-currencies, approximation to blockchain.

Recursos naturais, "criptomoedas", aproximação ao "blockchain".

César Paulino Pérez Silva

Sedimentología

29 Caracterización de los depósitos sedimentarios de la franja rojiza en la zona de vaivén en la costa sotavento de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela.

Characterize the sedimentary deposits of the red-fringed strip at swinging zone on the leeward coast of Isla Larga, Carabobo state, Venezuela.

Caracterização dos depósitos sedimentários da faixa avermelhada na zona de vaivém na costa sotavento de Isla Larga, estado Carabobo, Venezuela.

Habib A. Tajan M., Karla J. Martínez D.

Sismología

139 Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Primera parte: estimación de intensidades.

Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. First part: assignment of intensities.

Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Primeira parte: estimativa das intensidades.

Alejandra Leal G., Raquel Vásquez S., José A. Rodríguez, Franck Audemard M.

225 Reevaluación del terremoto del 29 de octubre de 1900 en Venezuela. Segunda parte: cálculo de los parámetros de la fuente.

Reevaluation of October 29, 1900 earthquake in Venezuela. Second part: calculation of source parameters.

Reavaliação do terremoto de 29 de outubro de 1900 na Venezuela. Parte dois: cálculo dos parâmetros da fonte.

Raquel Vásquez S., Alejandra Leal G., José A. Rodríguez, Franck Audemard M.

Vulcanología

107 Caída de cenizas proveniente del volcán Nevado del Ruiz, Colombia, sobre la ciudad de San Cristóbal y otras poblaciones del estado Táchira, Venezuela, en noviembre de 1985. Un extraño fenómeno.

Fall of ashes coming from the volcano Nevado del Ruiz, Colombia, on the city of San Cristóbal and other populations of the Táchira state, Venezuela, in November 1985. A strange phenomenon.

Queda das cinzas vindas do vulcão Nevado del Ruiz, Colômbia, na cidade de San Cristóbal e outras populações do estado de Táchira, Venezuela, em novembro de 1985. Um fenômeno estranho.

N. Mariño P., J. A. Rodríguez, S. Grande, E. Caraballo, F. Urbani P.

Normas para los autores

Guidelines for authors

Norma de colaboración

- Los trabajos deben ser enviados a la Comisión Directiva de GEOMINAS a revistageominas@gmail.com o fundageominas@gmail.com
- Los trabajos pueden estar escritos en español, portugués o inglés, en cualquier versión Word® para Windows®.
- Las imágenes, tablas, gráficos, ecuaciones o fórmulas, mapas y todo lo que no sea texto normal se debe anexar, cada uno, en archivos separados, en formato BMP, JPG, GIF o TIF; en color con resolución no menor de 300 ppp.
- La extensión máxima de los trabajos será de 12 páginas tamaño carta con margen superior, inferior y derecho de 3 cm e izquierdo de 4 cm, escritos en Arial tamaño 12, a un espacio y medio. La extensión señalada incluye tablas, gráficos, figuras, mapas e imágenes.
- Los trabajos no contendrán declaraciones de carácter político.
- ✕ Al inicio del artículo debe aparecer el área temática del mismo.
- El título del trabajo debe colocarse en español, portugués e inglés.
- ✕ Se debe colocar el nombre y apellido de sus autores, cada uno, con sus direcciones de correo electrónico, sus títulos profesionales y máximo nivel académico alcanzado.
- El trabajo deberá contar, como mínimo, con resumen en español y en inglés, de extensión no mayor de 250 palabras; ambos deben describir brevemente, en un sólo párrafo, el objetivo general, la metodología más relevante, resultado principal y la conclusión más importante.
- Deben incluirse 5 palabras clave, tanto en español como en portugués y en inglés. Los trabajos deberán contar con, por lo menos, las siguientes secciones: Introducción, Planteamiento del problema o hipótesis, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones, Referencias.
- Todas las ilustraciones, mapas, gráficos, tablas y figuras, deben contar con sus respectivos títulos.
- Las figuras se identificarán posterior a las mismas y se deberán numerar en arábigos.
- Las tablas se deberán identificar previo a las mismas y se deberán numerar en romanos.
- Articles must be sent to GEOMINAS Board to revistageominas@gmail.com or fundageominas@gmail.com
- Papers may be written in Spanish, Portuguese or English, in any Word® version for Windows.
- Images, tables, graphs, equations or formulas, maps and everything different than plain text must be attached, in separate files, using BMP, JPG, GIF or TIF format; this files must be in color with resolution of 300 dpi or better.
- The maximum length of papers will be 12 letter-size pages with top, bottom and right margins of 3 cm and left margin of 4 cm, written in Arial size 12, a space and a half. The extension indicated includes tables, graphs, figures, maps and images.
- The paper will not contain political statements.
- At the beginning of the article the subject area of it should appear.
- The paper title should be placed in Spanish, Portuguese and English.
- The name and last name of each authors should be written, with each email addresses, each professional grade and highest academic level reached by everyone.
- The paper must have at least Abstract in Spanish and English, extension of no more than 250 words; both should briefly describe in a single paragraph, the most important general objective, the most relevant methodology, main result and conclusion.
- 5 keywords, both in Spanish and Portuguese and English should be included.
- The papers must have at least the following sections: Introduction, Problem or hypothesis, Methodology, Results, Discussion, Conclusions, References.
- All illustrations, maps, graphs, tables and figures, must have their respective titles.
- The figures will be identified after them and they should be numbered in Arabic numerals.
- The tables must be identified prior to them and they should be
- Os trabalhos devem ser enviados à Comissão Diretiva de GEOMINAS a revistageominas@gmail.com ou fundageominas@gmail.com
- Os trabalhos podem estar escritos em espanhol, português ou inglês, em qualquer versão Word® para Windows®.
- As imagens, tabelas, gráficos, equações ou fórmulas, mapas e todo o que não seja texto normal deve ser anexado, a cada um, em arquivos separados, em formato BMP, JPG, GIF ou TIF; em cor com resolução não menor de 300 ppp.
- A extensão máxima dos trabalhos será de 12 páginas tamanho carta com margem superior, inferior e direito de 3 cm e esquerdo de 4 cm, escritos em Arial tamanho 12, a um espaço e médio. A extensão assinalada inclui tabelas, gráficos, figuras, mapas e imagens.
- Os trabalhos não conterão declarações de caráter político.
- Ao início do artigo deve aparecer a área temática do mesmo.
- O título do trabalho deve ser colocado em espanhol, português e inglês.
- Deve ser colocado o nome e apelido de seus autores, a cada um, com suas direções de correio eletrônico, seus títulos profissionais e máximo nível acadêmico atingido.
- O trabalho deverá contar, no mínimo, com resumo em espanhol e em inglês, de extensão não maior de 250 palavras; ambos devem descrever brevemente, em um só parágrafo, o objetivo geral, a metodologia mais relevante, resultado principal e a conclusão mais importante.
- Devem ser incluído 5 palavras-chave, tanto em espanhol como em português e em inglês. Os trabalhos deverão contar com, pelo menos, as seguintes seções: Introdução, Proposta do problema ou hipótese, Metodologia, Resultados, Discussão, Conclusões, Referências.
- Todas as ilustrações, mapas, gráficos, tabelas e figuras, devem contar com seus respectivos títulos.
- As figuras se identificarão posterior às mesmas e se deverão numerar em arábigos.
- As tabelas deverão ser identificado prévio às mesmas e se deverão numerar em romanos.
- Os mapas deverão mostrar com

- Los mapas deberán mostrar con claridad lo que se desea, por lo que se seleccionará la escala adecuada.
 - Las imágenes deben ser de fuertes contrastes, acompañadas de una explicación o descripción del motivo de la misma. No se publicarán imágenes borrosas.
 - Los motivos que contengan signos matemáticos deben presentarse con claridad e identificarlos perfectamente; definiéndolos donde aparezcan por primera vez, en las ilustraciones del texto.
 - Las citas y referencias deben obedecer a lo siguiente: Las citas deberán indicar el apellido del primer autor seguido por el del segundo autor o por et al. si se tratase de más de dos autores, y el año de publicación. Por ejemplo: (Herrero, 2002) o (Herrero y Montes, 2001) o (Vera et al., 2000).
 - Toda cita debe estar vinculada con alguna referencia que se listará en la sección final del artículo denominada "Referencias". En la lista de referencias no deberá aparecer nada que no haya sido citado. Tal lista se elaborará en orden alfabético de autores y deberá ceñirse a los siguientes ejemplos:
- numbered in Roman numerals.
 - The maps should show clearly what you want, so the appropriate scale must be selected.
 - Images must be strong contrasts, accompanied by an explanation or description of the reason for it. No blurry images will be published.
 - The reasons containing mathematical symbols should be presented clearly and perfectly identifiable; defining them where they appear for the first time in the text.
 - Citations and references must obey the following: Citations must indicate the name of the first author followed by the second author or et al. if it were more than two authors, and publication year. For example: (Smith, 2002) or (Herrero & Montes, 2001) or (Vera et al., 2000).
 - Any citation must be linked with some reference that will be listed in the final section of the paper called "References". In the list of references should not appear anything that has not been cited. Such list shall be compiled in alphabetical order of authors and shall adhere to the following examples:
- clareza o que se deseja, pelo que se selecionará a escala adequada.
 - As imagens devem ser de fortes contraste, acompanhadas de uma explicação ou descrição do motivo da mesma. Não se publicarão imagens borrosas.
 - Os motivos que contenham signos matemáticos devem ser apresentado com clareza e os identificar perfeitamente; definindo-os onde apareçam pela primeira vez, nas ilustrações do texto.
 - Cita-as e referências devem obedecer ao seguinte: Cita-as deverão indicar o apelido do primeiro autor seguido pelo do segundo autor ou por et a o. se tratasse-se a mais de dois autores, e no ano de publicação. Por exemplo: : (Herrero, 2002) o (Herrero y Montes, 2001) o (Vera et al., 2000).
 - Toda cita deve estar vinculada com alguma referência que se listará na seção final do artigo denominada "Referências". Na lista de referências não deverá aparecer nada que não tenha sido citado. Tal pronta se elaborará em ordem alfabética de autores e deverá ser cingido aos seguintes exemplos:

• **Libros/Books/Livros:**

Mendoza S, V. (2000). Evolución geotectónica y recursos minerales del Escudo de Guayana en Venezuela (y su relación con el Escudo Sudamericano), Caracas: Minera Hecla Venezolana, C. A.

• **Artículos en publicaciones periódicas/Articles in periodicals/publicações em publicações periódicas:**

Austin, G. S. (2000, Junio). Dimension Stone, Mining Engineering, 52(6), 38.

• **Artículos o capítulos en libros compilados u obras colectivas/Compiled articles or chapters in books or collective works/Artigos ou capítulos em livros compilados ou obras coletivas:**

Barker, J. M., Austin, G. S. (1994). Piedra decorativa, En D. D. Carr (Comp.), Industrial Minerals and Rocks, (6a. ed.), USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (pp 367, 372, 374-378).

• **Ponencias y publicaciones derivadas de eventos/Presentations and publications resulting from events/Conferências e publicações derivadas de eventos:**

Herrero, J, Paulo, A., Tinoco, G. (1997). La Ley de Minas del estado Bolívar y su Reglamento: Instrumentos Jurídicos para el Inversionista y Desarrollo Regional, ponencia presentada en el VIII Congreso Geológico Venezolano, Porlamar, Venezuela.

• **Trabajos de grado y tesis doctorales/Theses/Trabalhos de grau e tese doctorales:**

Katsamatsas, C., Saavedra, S. (2000). Evaluación geológica-geotécnica del material de préstamo propiedad de la Alcaldía del municipio Autónomo Heres, ubicado en Marhuanta, Tesis de Grado no publicada, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

• **Trabajos de ascenso en el escalafón docente y similares/ Trabalhos de ascensão no escalafón docente e similares:**

Carreño (1994). Estudio geotécnico de las arenas utilizadas como agregado del concreto en el área de Ciudad Bolívar, Trabajo de ascenso no publicado, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

• **Entrevistas publicadas en medios impresos/Interviews published in print media/Entrevista publicadas em meios impressos:**

León, M. (2000, Agosto 27). Vía férrea unirá comercialmente al país. (Entrevista a Álvarez, R.), El Universal. 2-1.

• **Fuentes de tipo legal/Legal sources/Fontes de tipo legal:**

Ley de Minas del Estado Bolívar, (1997, julio 29), Gaceta Oficial del Estado Bolívar N° 33 (Extraordinario), septiembre 8, 1997.

• **Folletos, boletines, hojas informativas y similares/Brochures, newsletters, fact sheets and the like/Folletos, boletins, folhas informativas e similares:**

Salas, J. F. (2000, diciembre). Estudio integrado de interpretación sísmica 3D con facies clásticas. Geominas (28)28, p. 23-26.

• **Fuentes electrónicas/Electronic sources/Fontes eletrônicas:**

Grimson, B. (1995, junio). La producción de piedra desde la cantera a la baldosa, Australia: Asociación de Industria de Piedra Australiana, Disponible: <http://www.infotile.com.au/services/techpapers/prodston.html>

• Una vez recibidos los trabajos serán revisados por los especialistas que constituyen la Comisión de Arbitraje, los mismos podrán ser devueltos para ser mejorados o completados. En caso de ser rechazados no serán incluidos en la edición programada. No se devuelven archivos.

• Los autores deberán sugerir tres posibles árbitros, especialistas en el tema central del trabajo en consideración, con sus respectivas direcciones de correo electrónico.

• Upon receipt of the papers will be reviewed by specialists who constitute the Peer-Review Commission, they may be returned to be improved or completed. In case of rejection they will not be included in the scheduled issue. No files are returned.

• Authors should suggest three potential peers, specialists in the paper theme under consideration, with their email addresses.

• Uma vez recebidos os trabalhos serão revisados pelos especialistas que constituem a Comissão de Arbitragem, os mesmos poderão ser devolvidos para ser melhorados ou completados. Em caso de ser recusados não serão incluídos na edição programada. Não se devolvem arquivos.

• Os autores deverão sugerir três possíveis árbitros, especialistas no tema central do trabalho em consideração, com suas respectivas direções de correio eletrônico.



Items de arbitraje de los trabajos recibidos

Arbitration items of received papers

Items de arbitragem dos trabalhos recebidos

Título: ¿Incluye información de lo que trata el artículo? ¿Su longitud es apropiada?

Resumen: ¿Es éste una representación concisa del artículo? ¿Tiene el formato adecuado? ¿Presenta el objetivo general, la metodología principal, el resultado principal y la conclusión más relevante? ¿Su extensión es apropiada (máximo 250 palabras)?

Palabras clave: ¿Son adecuadas al artículo?

Introducción: ¿Presenta una descripción del tema central? ¿Establece claramente los objetivos del trabajo?

Metodología: ¿Opina Ud. que los métodos empleados son claramente descritos? ¿Opina Ud. que el diseño experimental y los métodos son los más apropiados para alcanzar los objetivos? ¿Cree Ud. que es posible duplicar la investigación con los elementos expuestos en esta sección? ¿Son apropiados los métodos estadísticos utilizados?

Resultados: ¿A su juicio los resultados son presentados de manera adecuada y coherente? ¿Opina Ud. que los resultados expuestos están relacionados con los objetivos planteados?

Discusión: ¿Opina Ud. que existen errores de interpretación de los datos presentados? ¿Considera Ud. que es relevan-

Title: Does it include information about what the article is about? Is the length appropriate?

Abstract: Is this a concise representation of the article? Does it the right format? Does it contain the general objective, the main methodology, the main result and the most important conclusion? Does its extension appropriate (maximum 250 words)?

Keywords: Are they adequate to the article?

Introduction: Does it present a description of the main theme? Does it clearly sets out the objectives of the work?

Methodology: Do you think the methods used are clearly described? Do you think the experimental design and methods are most appropriate for achieve the objectives? Do you believe it is possible duplicate research with the elements outlined in this section? Are the statistical methods used appropriate?

Results: In your opinion the results are presented in an appropriate and consistent manner? Do you think the results presented are related to the objectives?

Discussion: Do you think there are errors of interpreta-

Título: ¿Inclui informação do que trata o artigo? ¿Sua longitud é apropiada?

Resumo: ¿É este uma representação concisa do artigo? ¿Tem o formato adequado? ¿Apresenta o objetivo geral, a metodologia principal, o resultado principal e a conclusão mais relevante? ¿Sua extensão é apropriada (máximo 250 palavras)?

Palabras-chave: ¿São adequadas ao artigo?

Introdução: ¿Apresenta uma descrição do tema central? ¿Estabelece claramente os objetivos do trabalho?

Metodologia: ¿Opina você que os métodos empregados são claramente descritos? ¿Opina você que o desenho experimental e os métodos são os mais apropriados para atingir os objetivos? ¿Crê você que é possível duplicar a investigação com os elementos expostos nesta seção? ¿São apropriados os métodos estatísticos utilizados?

Resultados: ¿A seu julgamento os resultados são apresentados de maneira adequada e coerente? ¿Opina você que os resultados expostos estão relacionados com os objetivos propostos?

Discussão: ¿Opina você que existem erros de interpretação dos dados apresentados? ¿Con-

te toda la discusión? ¿Hay aspectos importantes de los resultados que no son discutidos? ¿Se repite información de la sección de resultados? ¿Se hacen afirmaciones no sustentadas por los datos u otros autores?

Conclusiones: ¿Observó Ud. Que las conclusiones, parcialmente o totalmente, son repetición de los resultados? ¿Están relacionadas las conclusiones con los objetivos expuestos? ¿Están las conclusiones basadas en los resultados de este trabajo?

Referencias bibliográficas: ¿Existe correspondencia entre las citas y las referencias? ¿Cumplen estas referencias con lo pautado en las normas para los autores?

Tablas: ¿Son todas necesarias? ¿Duplican información expuesta en el texto o en gráficos? ¿Puede alguna de ellas ser transformadas en figuras para resumir o facilitar la comprensión de los datos? ¿Están éstas demasiado recargadas de información? ¿Son los encabezados una buena descripción de ellas?

Figuras: ¿Son todas necesarias? ¿Duplican información expuesta en el texto o en tablas? ¿Son legibles claramente? ¿Aportan información relevante para la presentación de los resultados? ¿Son sus títulos una buena descripción de ellas?

Extensión del artículo: ¿Puede éste ser acortado sin perder calidad o información relevante?

Pertinencia: ¿Es un trabajo inédito? ¿Representa el artículo un aporte al conocimiento científico? ¿En su opinión es el tema adecuado para la revista GEOMINAS?

Calidad: ¿En general, el estilo de esta contribución tiene calidad para ser publicado? ¿Pudiera mejorarse el manuscrito en alguna forma?

Veredicto: El trabajo revisado es: Publicable sin modificaciones; publicable una vez se hayan realizado las correcciones; no publicable.

tion of the data presented? Do you think whole discussion is relevant? Are there important aspects of the results that are not discussed? Is information of the results section repeated? Assertions not supported by data are made?

Conclusions: Did you notice that conclusions, partially or totally, are repeating the results? Are related the conclusions with the objectives? Are the conclusions based on the results of this work?

References: Is there correspondence between citations and references? Are these references agreed with what was stated in the rules for authors?

Tables: Are all of they necessary? Are they duplicating information presented in the text or graphics? Can any of them be transformed into figures to summarize or facilitate understanding of the data? Are these too overloaded with information? Are headers a good description of them?

Figures: Are all of they necessary? Are they duplicating information presented in the text or tables? Are they clearly legible? Do they provide relevant information to the presentation of the results? Are your titles a good description of them?

Article extension: Can it be shortened without losing quality or relevant information?

Relevance: Is an unpublished work? Does the article represent a contribution to scientific knowledge? In your opinion, is the right theme for GEOMINAS magazine?

Quality: In general, does the style of this contribution have quality to be published? Could the wording be improved in any way?

Verdict: The revised work is: Publishable without modifications; publishable once corrections have been made; not publishable.

sidera você que é relevante toda a discussão? ¿Há aspectos importantes dos resultados que não são discutidos? ¿Repete-se informação da seção de resultados? ¿Fazem-se afirmações não sustentadas pelos dados?

Conclusões: ¿Observou você Que as conclusões, parcialmente ou totalmente, são repetição dos resultados? ¿Estão relacionadas as conclusões com os objetivos expostos? ¿Estão as conclusões baseadas nos resultados deste trabalho?

Referências bibliográficas: ¿Existe correspondência entre cita-as e as referências? ¿Cumprem estas referências com o pautado nas normas para os autores?

Tabelas: ¿São todas necessárias? ¿Duplicam informação exposta no texto ou em gráficos? ¿Pode alguma delas ser transformada em figuras para resumir ou facilitar o entendimento dos dados? ¿Estão estas demasiado recarregadas de informação? ¿São os encabezados uma boa descrição delas?

Figuras: ¿São todas necessárias? ¿Duplicam informação exposta no texto ou em tabelas? ¿São legíveis claramente? ¿Contribuem informação relevante para a apresentação dos resultados? ¿São seus títulos uma boa descrição delas?

Extensão do artigo: ¿Pode este ser encurtado sem perder qualidade ou informação relevante?

Pertinência: ¿É um trabalho inédito? ¿Represente o artigo um contribua ao conhecimento científico? ¿Em sua opinião é o tema adequado para a revista GEOMINAS?

Qualidade: ¿Em general, o estilo desta contribuição tem qualidade para ser publicado? ¿Pudesse ser melhorada a redação em alguma forma?

Veredicto: O trabalho revisado é: Publicável sem modificações; publicável uma vez tenham-se realizado as correções; não publicável.



FUNDACIÓN DE AMIGOS Y EGRESADOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA GEOLÓGICA Y MINAS DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

**CONSULTORA AMBIENTAL (MINAMB RCA-052)
IAMIB (RECON: CNS-001)**



GEOLOGÍA

*Levantamientos geológicos,
geofísicos, geoquímicos
Cartografía geológica
Estudios geomorfológicos
Erosión de suelos
Procesos sedimentológicos
Análisis petrológicos,
mineralógicos y petrográficos
Ensayos de laboratorio*

GEOTECNIA

*Investigaciones
hidrológicas/geotécnicas
Levantamientos topográficos y
geodésicos
Perforación y sondeos
Suelos y fundaciones
Proyectos, diseños y cálculos
estructurales y vialidad
Ensayos de suelos*

MINERÍA

*Investigaciones mineras
Diseños de minas
Planificación minera
Gerencia de proyectos mineros
Mecánica de rocas
Diseño y control de voladuras
Estudios de factibilidad técnico-
económicos
Valuación de minas*

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

*Procesamiento, interpretación e
información sobre recursos
naturales
Planificación de recursos
Estudios y trámites ambientales
Recuperación de áreas intervenidas*

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS

*Dureza, alcalinidad total, elementos
alcalinos, cloruros, sólidos
suspendidos, sólidos totales, pH,
oxígeno disuelto, demanda
bioquímica de oxígeno, etc.*

ANÁLISIS DE MINERALES EN ROCAS, SUELOS, SEDIMENTOS Y AGUAS

*Determinación de elementos
químicos, humedad, pérdida por
ignición, gravedad específica,
densidad aparente*

ANÁLISIS PARA DETERMINAR ORO EN:

*Rocas, suelos, arenas,
alimentación de molinos, pulpas,
colas, soluciones cianuradas*

ANÁLISIS DE MERCURIO EN:

*Arenas, sedimentos, agua, orina y
sangre*

Calle San Simón, campus universitario "J. N. Perfetti". Escuela de Ciencias de la
Tierra de la Universidad de Oriente, frente a la plaza "J. N. Perfetti". Ciudad Bolívar.

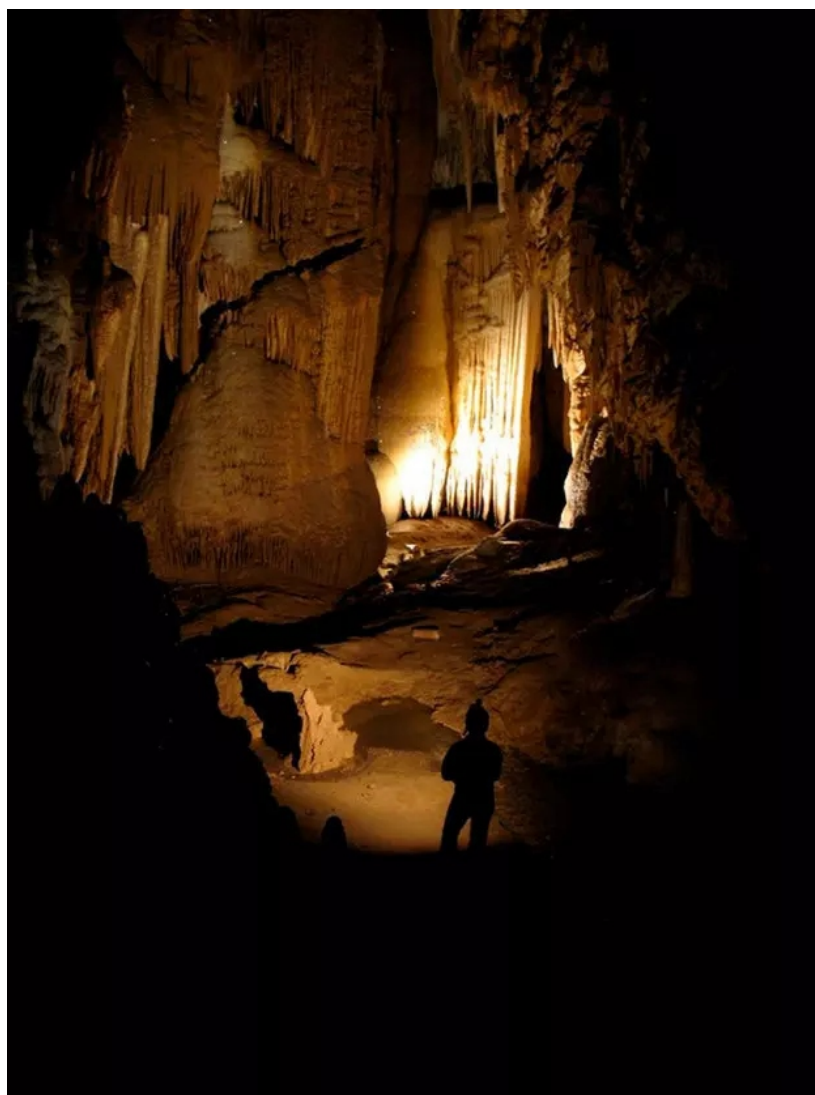
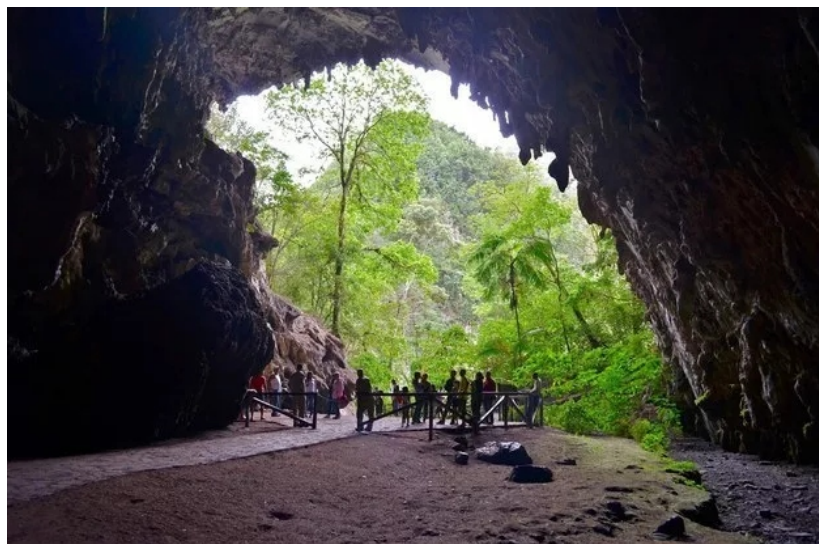
Estado Bolívar. Venezuela. e-mail: fundag@cantv.net

www.fundageominas.org.ve

Nuestro propósito: Recursos y servicios

Cueva del Guácharo

Parque Nacional El Guácharo
Municipio Caripe, Edo. Monagas, Venezuela



Fuente: <https://www.buzzfeed.com/danielacadena/lugares-que-comprueban-que-venezuela-es-la-mas-bella-del>

Registrada en: EBSCO; Latindex: Folio 15333; Revencyt: RVG003;
Fonacit: Reg2006000013; Periódica; GeoRef Titles; ICSU Navigator database: UDC: 624.131.1, 549;552.08